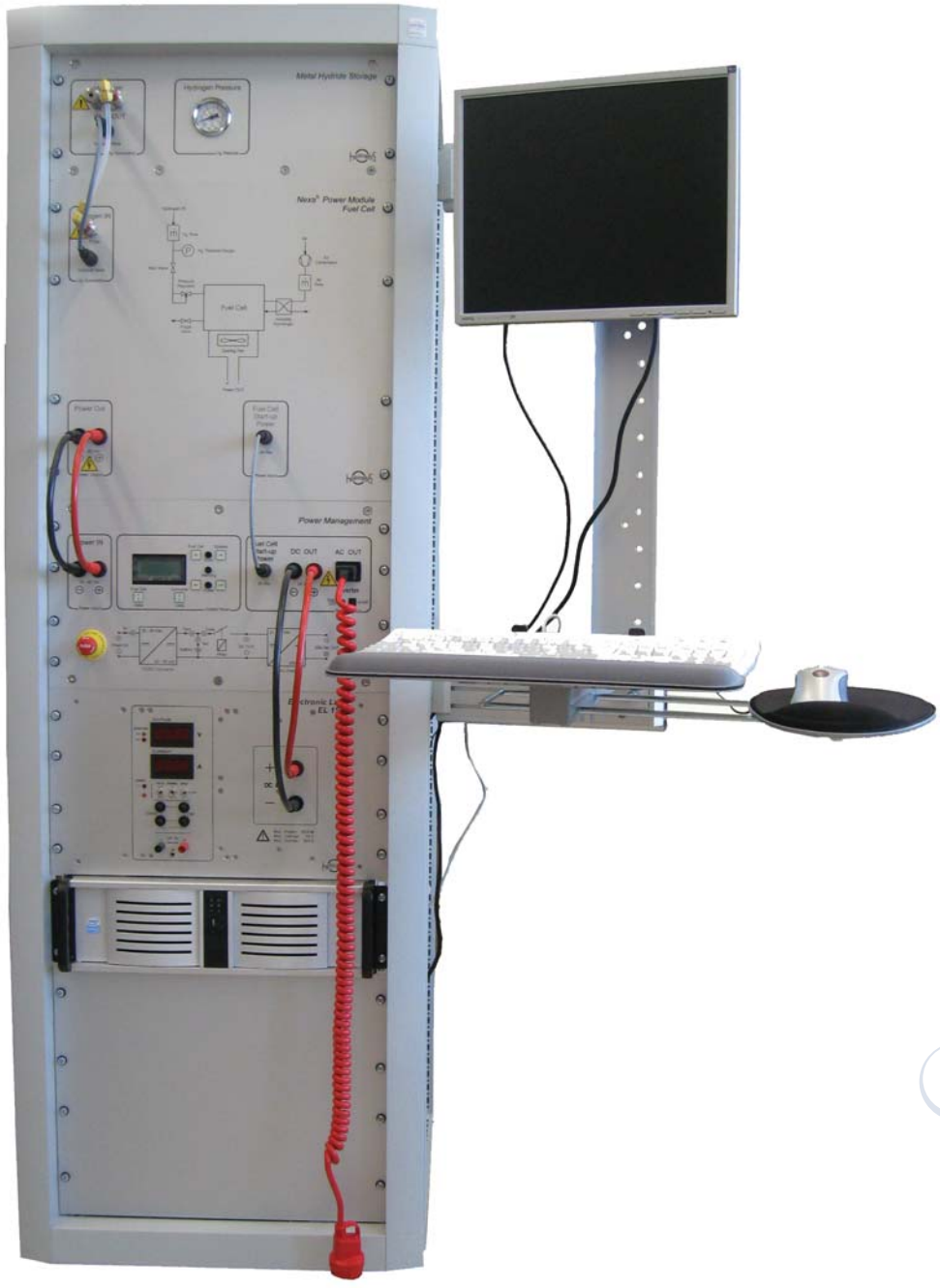
heliocentris

Fuel Cell Powered Science

Nexa® -Lernsystem

Bedienungsanleitung



Bedienungsanleitung Nexa®-Lernsystem

Version 1.0

Januar 2008

Copyright © 2008 Heliocentris Energiesysteme GmbH

Nexa ist ein eingetragenes Warenzeichen der Ballard Power Systems Inc.

Windows ist ein eingetragenes Warenzeichen der Microsoft Corporation in den USA und anderen Ländern.

Alle Rechte vorbehalten. Diese Bedienungsanleitung und jeder separate Teil davon sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, Vervielfältigung oder Ablichtung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen ist verboten.

Teile des Brennstoffzellensystems Nexa®-Lernsystem sind durch Patentanmeldungen und / oder Gebrauchsmuster geschützt.

1 Inhalt

2 Zu diesem Dokument 5
2.1 Zeichen und Symbole 5
2.2 Mitgeltende Unterlagen 7
3 Sicherheit 9
3.1 Produktsicherheit 9
3.2 Bestimmungsgemäße Verwendung 9
3.3 Nicht bestimmungsgemäße Verwendung 10
3.4 Anwender 10
3.5 Organisatorische Maßnahmen 11
3.6 Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen 12
3.7 Sicherheits- und Schutzeinrichtungen 12
3.8 Schilder am System 13
3.9 Sicherheitsbewusstes Arbeiten 14
3.10 Allgemeine Sicherheitshinweise 14
3.11 Normen und Richtlinien 17
3.12 Verhalten im Notfall 17
3.13 Gewährleistung 18
4 Systembeschreibung 21
4.1 Wasserstoffversorgung 22
4.2 Brennstoffzellen-Modul 26
4.3 Power-Management-Modul 28
4.4 Elektronische-Last-Modul 30
4.5 PC und Nexa® Training System Software 31
5 Aufstellung und Inbetriebnahme 39
5.1 Lieferumfang 39
5.2 Aufstellort 40
5.3 Auspacken und Aufstellen 41
5.4 Montage 45
5.5 Wasserstoffversorgung 48
5.6 Elektrische Verbindungen 58
5.7 Wasserbehälter platzieren 68

5.8 Nexa®-Lernsystem starten 69
5.9 PC und Software 70
6 Bedienung 75
6.1 Betriebsparameter Brennstoffzelle 75
6.2 Betriebsparameter Gleichspannungswandler 77
6.3 Aufzeichnung der Daten aktivieren 78
6.4 Einen Wechselspannungsverbraucher anschließen 80
6.5 Einstellungen für den Gleichspannungswandler ändern 81
6.6 Das Elektronische-Last-Modul (optional) verwenden 82
6.7 Wasserstoffversorgung aufrecht erhalten 87
7 Fehlermeldungen und -behebungen 89
7.1 Brennstoffzellen-Modul 89
7.2 Gleichspannungswandler 102
7.3 Elektronische-Last-Modul 105
7.4 Weitere bekannte Probleme 106
8 Technische Daten 107
8.1 Gesamtsystem 107
8.2 Metallhydridspeicher-Modul 107
8.3 Flaschendruckminderer 108
8.4 Brennstoffzellen-Modul 109
8.5 Power-Management-Modul 110
8.6 Elektronische-Last-Modul 114
8.7 Sicherungen 114
8.8 Monitor 114
9 Außer Betrieb nehmen 115
9.1 Das Nexa®-Lernsystem für kurze Zeit außer Betrieb nehmen 115
9.2 Das Nexa®-Lernsystem für einen längeren Zeitraum außer Betrieb nehmen 116
9.3 Das Nexa®-Lernsystem demontieren 117
9.4 Das Nexa®-Lernsystem lagern 118
9.5 Die Software deinstallieren 118
10 Wartung, Service und Entsorgung 119
10.1 Wartung 119
10.2 Reinigung 119
10.3 Service 119
10.4 Entsorgung 121

2 Zu diesem Dokument

Diese Anleitung soll es Ihnen erleichtern, das Nexa®-Lernsystem in Gang zu setzen und für Experimente vorzubereiten.

Wenn in Beiträgen dieser Anleitung ausschließlich die männliche oder weibliche Form verwendet wird, so dient dies lediglich der Lesbarkeit und Einfachheit. Es sind stets Personen des jeweils anderen Geschlechts mit einbezogen.

2.1 Zeichen und Symbole

2.1.1 Symbole

In der Anleitung finden Sie folgende Zeichen und Symbole:

Symbol	Bedeutung
➔	Hier müssen Sie etwas tun
1.	Hier müssen Sie etwas in der angegebenen Reihenfolge tun
✓	Diese Voraussetzung muss erfüllt sein, bevor Sie die nächste Handlungsanleitung befolgen
•, -	Hier wird etwas aufgezählt
↳	Hier steht das Resultat einer Handlung

Tabelle 2-1 Symbole in der Bedienungsanleitung

2.1.2 Warnhinweise

Die Warnhinweise sind wie folgt aufgebaut:

> ⚠ **HIER STEHT DIE RISIKOSTUFE**
>
> **Hier werden Art und Quelle der Gefahr beschrieben!**
>
> Hier werden Folgen genannt, die auftreten können, wenn Sie die Sicherheitsmaßnahmen nicht einhalten.
>
> ➔ Hier stehen die einzuhaltenden Sicherheitsmaßnahmen.

Risikostufe

Während der Arbeit mit dem System bestehen folgende Risikostufen:

WARNUNG

Gefährliche Situation!

Wenn Sie die Sicherheitsmaßnahmen nicht einhalten, können tödliche oder schwere Verletzungen entstehen.

VORSICHT

Gefährliche Situation!

Wenn Sie die Sicherheitsmaßnahmen nicht einhalten, können leichte Verletzungen entstehen.

HINWEIS

Gefährliche Situation!

Wenn Sie die Sicherheitsmaßnahmen nicht einhalten, können Sachschäden entstehen.

2.1.3 Tipps

Nützliche Tipps sind wie folgt gekennzeichnet:

TIPP

Hier steht der nützliche Tipp.

2.2 Mitgeltende Unterlagen

Zusätzlich zu dieser Bedienungsanleitung werden folgende Unterlagen mit dem Nexa®-Lernsystem geliefert:

- CD-ROM mit:
  - Elektronischer Version der Handbücher und Dokumentationen der Einzelkomponenten (Flaschendruckminderer, Nexa® Power Module, Elektronische Last, Wechselrichter)
  - Visualisierungssoftware Nexa® Training System
  - NexaMon OEM Software (Service Software zum Nexa® Power Module)

3 Sicherheit

Diese Informationen zu Ihrer allgemeinen Sicherheit werden in den folgenden Kapiteln von spezifischen Warnhinweisen ergänzt. Diese weiteren Warnhinweise erklären, wie Sie sich zu verhalten haben, um sich und andere Personen oder Gegenstände vor Verletzungen oder Schäden zu schützen.

➔ Halten Sie diese Anleitung immer verfügbar.

➔ Lesen und verstehen Sie diese Anleitung vollständig.

➔ Befolgen Sie die Sicherheits- und Warnhinweise.

➔ Geben Sie diese Anleitung sowie die mitgeltenden Unterlagen an Nachbesitzer des Nexa®-Lernsystems weiter.

3.1 Produktsicherheit

Das Nexa®-Lernsystem wurde nach den anerkannten Regeln der Technik entwickelt und produziert. Vor Auslieferung wurde es einer Funktions- und Sicherheitsprüfung unterzogen. Trotzdem können unsachgemäße Bedienung oder Missbrauch Gefahren bedeuten.

➔ Eigenmächtige Umbauten und Veränderungen am Brennstoffzellensystem bzw. an einzelnen Komponenten desselben sind aus Sicherheitsgründen verboten.

➔ Die Verschraubungen der Wasserstoff führenden Rohre und Schläuche dürfen nicht gelöst werden, da sonst Wasserstofflecks auftreten können.

➔ Die Komponenten dürfen nicht ausgebaut werden (Ausnahme: Batterien und Metallhydridspeicher).

3.2 Bestimmungsgemäße Verwendung

Das Nexa®-Lernsystem wurde konstruiert für:

- Experimentierzwecke
- Demonstrationszwecke
- Ausbildungszwecke
- Forschungszwecke

Die Verwendung ist nur für diese Zwecke bestimmungsgemäß.

Alle anderen Verwendungen sind nicht bestimmungsgemäß und deshalb unzulässig.

Das Nexa®-Lernsystem darf nur unter Aufsicht betrieben werden.

Der Gebrauch der Metallhydridspeicher unterliegt speziellen Sicherheitsrichtlinien und ist nur im Zusammenhang mit dem Nexa®-Lernsystem für Zwecke der Demonstration, Aus- und Weiterbildung sowie der Forschung bestimmt.

3.3 Nicht bestimmungsgemäße Verwendung

Als nicht bestimmungsgemäße Verwendung gilt:

- Verwendung des Nexa®-Lernsystems zur Generierung von elektrischer Energie für andere Zwecke als zur Demonstration, Aus- und Weiterbildung sowie Forschung
- Betrieb der Komponenten unabhängig vom System
- Betrieb im Freien
- Betrieb in Räumen ohne Gasüberwachung
- Einspeisung gewonnener Energie in das Stromnetz
- Unbeobachteter Betrieb

3.4 Anwender

Das Nexa®-Lernsystem ist als Laborsystem für den Einsatz durch eingewiesenes Fachpersonal in Ausbildung und Forschung vorgesehen. Seine Ausführung entspricht nicht der eines „verbraucherorientierten" Produkts, dessen sachgemäße Bedienung allgemein bekannt ist und das gegen Bedienungsfehler oder unsachgemäßen Gebrauch geschützt ist.

Der Umgang mit dem Nexa®-Lernsystem darf nur Personen gestattet werden:

- Die auf Grund ihrer Ausbildung die notwendigen Kenntnisse und Fähigkeiten besitzen, um eine Brennstoffzellenanlage sicher und fachgerecht zu betreiben
- Die vom Betreiber in die Bedienung eingewiesen und über die von der Anlage ausgehenden Gefahren unterrichtet wurden
- Die mit der vorliegenden Bedienungsanleitung vertraut sind
- Denen die einschlägigen Richtlinien für den Umgang mit Wasserstoff bekannt sind und die ausreichende Erfahrung im Umgang mit Wasserstoff haben

Alle Personen, die das Nexa®-Lernsystem aufstellen, in Betrieb nehmen, bedienen oder warten, müssen die jeweiligen lokalen Arbeitsschutz- und Sicherheitsbestimmungen kennen und beachten. Durch entsprechende Maßnahmen ist zu verhindern, dass Unbefugte die Anlage installieren, betreiben oder warten. Installation, Inbetriebnah-

me, Außerbetriebnahme und ggf. Wartung der Wasserstoffversorgung sowie das Befüllen der Metallhydridspeicher darf nur durch entsprechend qualifiziertes Personal erfolgen.

In der Ausbildung

In der Ausbildung darf das Brennstoffzellensystem von den Auszubildenden nur unter Aufsicht des Lehrpersonals benutzt werden. Das Lehrpersonal muss einen sachgemäßen Umgang gewährleisten und hat die Pflicht, auf mögliche Gefahren hinzuweisen.

3.5 Organisatorische Maßnahmen

3.5.1 Aufstellungsort

Das Nexa®-Lernsystem ist für die Aufstellung und den Betrieb in einem geeigneten Laborraum vorgesehen.

Folgende Anforderungen an den Raum gelten:

- Wasserstoffüberwachung
- Wirksame Belüftung
- Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladung wurden getroffen
- Nicht brennbarer bzw. schwer entflammbarer Untergrund (FV-1 nach IEC 60707 oder besser)
- Der Raum entspricht den örtlichen Laborrichtlinien. Dies gilt insbesondere für die Verwendung und Lagerung der nicht im Lieferumfang enthaltenen Wasserstoff-Druckgasflaschen
- Stabiler, waagerechter Untergrund
- Frei von reaktiven Chemikalien (z. B. Schwefelverbindungen, Kohlenmonoxid, Ammoniak, Chlorverbindungen, Lösemitteln)
- Höchste relative Luftfeuchte 80 % für Temperaturen bis 31 °C
- Höhe bis 2000 m ü.n.N.
- Temperaturbereich 15–30 °C

Der Betreiber hat zu achten auf:

- Fachgerechte und bestimmungsgemäße Installation der Wasserstoffversorgung
- Regelmäßige Überprüfung der Wasserstoffleitungen und -verbinder auf Dichtigkeit
- Aufstellung des Systems frei im Raum und gute Zugänglichkeit des Systems während des Betriebs

3.5.2 Persönliche Schutzausrüstung

➔ Enganliegende Kleidung tragen.

➔ Persönlichen Wasserstoffsensor tragen.

3.6 Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen

Das Nexa®-Lernsystem ist nicht für den Betrieb in explosionsgefährdeten Bereichen ausgelegt. Das Betreiben des Nexa®-Lernsystems in explosionsgefährdeten Bereichen ist nicht gestattet.

3.7 Sicherheits- und Schutzeinrichtungen

Mit dem Not-Aus-Taster können das Brennstoffzellen- und das Power-Management-Modul im Notfall stromfrei geschaltet sowie die Wasserstoffversorgung an der Quelle abgeschaltet werden.

Abb. 3-1 Not-Aus-Taster

Brennstoffzellen-Modul

Das Brennstoffzellen-Modul ist geschützt gegen:

- Überstrom
- Über- und Unterspannung
- Übertemperatur

Das Brennstoffzellen-Modul verfügt über:

- Wasserstoffsensor
- Sauerstoffsensor

Power-Management-Modul

Das Power-Management-Modul ist geschützt gegen:

- Überstrom
- Kurzschluss
- Verpolung (Wechselrichter)
- Überspannung (Wechselrichter)
- Übertemperatur (Wechselrichter)

Elektronische-Last-Modul

Das Elektronische-Last-Modul ist ein Schutzklasse 1 Gerät, es ist geschützt gegen:

- Überleistung
- Überspannung
- Übertemperatur

Metallhydrid-speicher-Modul

Das Metallhydridspeicher-Modul ist über ein druckempfindliches Sicherheitsventil (≈ 25 bar) abgesichert.

Metallhydrid-speicher

Die Speicherbehälter selbst verfügen über ein temperatur- und druckempfindliches Sicherheitsventil. Die Öffnungsparameter des Sicherheitsventils sind unter *TECHNISCHE DATEN* auf Seite 107 aufgeführt.

➔ Die Speicher so montieren, dass durch das Öffnen des Sicherheitsventils keine Gefährdung entsteht.

➔ Die Sicherheitsventile niemals blockieren.

3.8 Schilder am System

Schild	Bedeutung
	Bedienungsanleitung beachten
	System vor Betrieb erden
	Vorsicht Stromschlag
	Vorsicht beim Arbeiten mit Batterien
Heliocentris Energiesysteme GmbH Berlin – Germany Item: H6098 Power Management Module for Nexa® Training System Serial No.: NLS-PM-20____-_____ Input Voltage: 26…48Vdc / Max. Input Current: 55 A Output Voltage DC: 24 Vdc / Rated Current DC: 80 A Output Voltage AC: 230 Vac / Rated Current AC: 6.5 A Ext. Supply Voltage: 5 Vdc	Typenschild

Tabelle 3-1 Schilder am System

3.9 Sicherheitsbewusstes Arbeiten

Die in dieser Bedienungsanleitung aufgeführten Sicherheits- und Warnhinweise müssen beachtet werden. Der Betreiber ist verantwortlich für das Einhalten lokaler Sicherheitsbestimmungen.

3.10 Allgemeine Sicherheitshinweise

Das System darf **nur** in Betrieb genommen werden:

- In technisch einwandfreiem Zustand
- Bei bestimmungsgemäßer Verwendung
- Wenn der oder die Bediener/in über das nötige Sicherheits- und Gefahrenbewusstsein verfügt
- Wenn der Netzanschluss über eine ordnungsgemäße Schutzkontaktsteckdose verfügt

➔ Das System außer Betrieb nehmen, wenn während des Betriebs Rauchentwicklung feststellbar ist.

➔ Das System fachgerecht erden und die Erdung nicht unterbrechen oder entfernen, sonst droht Lebensgefahr.

➔ Brennstoffzellen-, Elektronische-Last- und Power-Management-Modul nicht öffnen.

➔ Beim Anschluss von elektrischen Verbindungen auf die richtige Polung achten.

➔ Wenn nicht im Betrieb, die Wasserstoffzufuhr drucklos schalten.

➔ Rauchen, offene Flammen und Zündquellen sind verboten.

➔ Keine Gegenstände und keine Extremitäten in die Ansaugöffnungen der Kühllüfter stecken.

➔ Keinen Schmuck tragen.

➔ Stack sowie Zu- und Abluftleitungen während des Betriebs nicht anfassen, sie werden heiß.

➔ Wasserbehälter immer außerhalb des Systems aufstellen.

3.10.1 Gefahr durch Wasserstoff

Wasserstoff-Druckgasflaschen und Metallhydridspeicher dürfen ohne entsprechende bauliche Maßnahmen nicht in geschlossenen Räumen gelagert werden. Für die dauerhafte Innenaufstellung sind spezielle Gasflaschenschränke mit einer permanenten explosionsgeschützten Entlüftung notwendig. Kann dies nicht realisiert werden, müssen die Flaschen im Freien gelagert werden.

Physiologische Gefahren durch ausströmendes Gas

- Ausströmendes Gas kann heiß sein:
  - ➔ Bei ausströmendem Gas Abstand halten.
- Wasserstoff ist kein giftiges Gas, bei zu hoher Konzentration steht jedoch dem menschlichen Organismus zu wenig Sauerstoff zur Verfügung:
  - ➔ Wasserstoff nicht einatmen.
  - ➔ Lokale Sicherheitsbestimmungen zum Umgang mit Druckgasflaschen und mit Wasserstoff beachten.
  - ➔ Dichtungen der Wasserstoff-Druckgasflaschen nicht manipulieren.

Brand- und Explosionsgefahr durch ausströmendes Gas

Der Betreiber des Systems muss ausreichende Maßnahmen treffen, um zu verhindern, dass sich Wasserstoff in geschlossenen oder unbelüfteten Bereichen sammeln kann. Um entzündlichen oder explosiven bzw. sauerstoffarmen Atmosphären vorzubeugen, sind folgende Maßnahmen zu treffen:

- ➔ Laborraum ausreichend lüften.
- ➔ Im Umfeld des Systems und der Wasserstoffquelle ist Hitze zu vermeiden.
- ➔ Nicht rauchen, keine offenen Flammen.
- ➔ Bei ausströmendem Gas Abstand halten und entzündliche Materialien fernhalten.
- ➔ Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladung treffen.
- ➔ Fachgerechte und bestimmungsgemäße Installation der Wasserstoffversorgung sicherstellen.
- ➔ Regelmäßig Wasserstoffleitungen und -verbinder auf Dichtigkeit überprüfen.
- ➔ Örtliche Sicherheitsvorschriften einhalten.
- ➔ Wenn nicht in Betrieb, die Wasserstoffversorgung ausschalten.

3.10.1.2 Gefahr durch Metallhydridspeicher

- Brandgefahr – Metallhydridspeicher enthält entzündliches Metallpulver
- Explosionsgefahr – Metallhydridspeicher steht unter Druck. Der Druck steigt mit zunehmender Temperatur an
- ➔ Metallhydridspeicher vor Sonneneinstrahlung und Temperaturen über 50 °C schützen.
- ➔ Einen befüllten Metallhydridspeicher niemals ohne Wasserstoffabgabe aufheizen.
- ➔ Der maximal zulässige Fülldruck des Metallhydridspeichers darf zu keiner Zeit überschritten werden.

➔ Die Verbindungsstellen des Metallhydridspeichers in regelmäßigen Abständen auf evtl. auftretende Beschädigungen, Deformationen, Auswölbungen etc. überprüfen. Werden Unregelmäßigkeiten festgestellt, ist die Nutzung des Metallhydridspeichers sofort einzustellen und Heliocentris zu informieren.

➔ Metallbrand mit Pulver-Löscher bekämpfen! Nicht mit Wasser oder Kohlendioxid (CO_2) löschen.

➔ Metallhydridspeicher nicht gewaltsam öffnen.

➔ Das Ventil nicht entfernen.

➔ Sofortiges Schließen des Ventils bei Nichtgebrauch.

➔ Metallhydridspeicher von Zündquellen fernhalten.

Innerhalb der Europäischen Union

Der vorliegende Metallhydridspeicher fällt unter Artikel 3 Abs. 3 Druckgeräterichtlinie (DGRL). Es handelt sich um einen Druckbehälter, der gemäß DGRL die Anforderungen an die in den EU-Mitgliedsstaaten geltende „gute Ingenieurpraxis" hinreichend erfüllt und somit nicht CE-kennzeichnungspflichtig ist. Diese Richtlinie setzt voraus, dass der Speicher, einmal mit Wasserstoff befüllt, ausschließlich als „stationäres Druckgerät" betrieben wird.

- Der Transport im mit Gas befüllten Zustand ist im Geltungsbereich der ADR/RID, GGVS/GGVE, IMDG/GGVSee, ICAO-TI sowie IATA-DGR untersagt
- Bei Öffnung des Metallhydridspeichers besteht höchste Brand- und Explosionsgefahr

3.10.1.3 Gefahr durch Wasserstoff-Druckgasflaschen (nicht im Lieferumfang enthalten)

In Wasserstoff-Druckgasflaschen befindet sich verdichtetes Wasserstoffgas. Der Flaschendruck beträgt bei vollen Flaschen üblicherweise 200 bar.

Zur Benutzung dürfen die Flaschen in einem Laborraum unter Beachtung der folgenden Vorsichtsmaßnahmen aufgestellt werden:

➔ Die Wasserstoff-Druckgasflasche mit Hilfe eines Gasflaschenhalters sichern.

➔ Die Wasserstoff-Druckgasflaschen am Arbeitsplatz ständig beaufsichtigen.

➔ Flaschenventil bei Nichtgebrauch sofort schließen.

➔ Sicherstellen, dass das im Fehlerfall aus dem Abblasventril ausströmende Gas gefahrlos abgeleitet wird.

➔ Kein Öl und Fett an den Gasregelanlagen verwenden.

3.10.2 Gefahr durch Elektrizität

- ➔ Strom aus dem Wechselrichter niemals in das Netz einspeisen.
- ➔ Nur die auf dem Typenschild ausgewiesene Netzspannung verwenden.
- ➔ Die Batterien nicht kurzschließen.
- ➔ Die Ein- und Ausgänge nicht kurzschließen.
- ➔ Die Ein- und Ausgänge nicht verpolen.

3.10.3 Gefahren beim Versand und Transport

- ➔ Beachten Sie die nationalen Bestimmungen für den Transport von Metallhydridspeichern.
- ➔ Sorgen Sie für fachgerechte und sichere Verpackung.

3.11 Normen und Richtlinien

Das Nexa®-Lernsystem entspricht den folgenden Normen und Richtlinien:

- 89/336/EWG (EMV-Richtlinie)
- 98/37/EG (Maschinen-Richtlinie)

3.12 Verhalten im Notfall

3.12.1 Wenn große Mengen von Wasserstoff ausgetreten sind

1. Vermeiden Sie die Betätigung von elektrischen Geräten, Lichtschaltern etc., solange eine zündfähige Atmosphäre im Raum vorhanden sein könnte.
2. Bringen Sie keine Zündquellen in den Raum.
3. Unterbinden Sie sofort die Wasserstoffzufuhr durch Schließen des Absperrventils der Wasserstoff-Druckgasflasche bzw. der Metallhydridspeicher.
4. Veranlassen Sie sämtliche Personen, den Raum zu verlassen.
5. Sorgen Sie für eine gute Lüftung der Umgebung der Austrittsstelle.
6. Weisen Sie den Erfolg der Lüftung durch Messen nach.

3.12.2 Bei Brand oder Explosion

1. Unterbinden Sie sofort die Wasserstoffzufuhr durch Schließen des Absperrventils der Wasserstoff-Druckgasflasche bzw. der Metallhydridspeicher.
2. Betätigen Sie den Not-Aus-Taster am Nexa®-Lernsystem.
3. Ziehen Sie den Netzstecker.
4. Benachrichtigen Sie die Feuerwehr und unternehmen Sie die für Ihr Labor angegebenen Brandbekämpfungsmaßnahmen.

   ➔ Entweichenden Wasserstoff abbrennen lassen, brennenden Wasserstoff nicht mit Löschmitteln löschen, dadurch erhöht sich die Explosionsgefahr.

   ➔ Brennendes Metallhydrid-Pulver mit Klasse D Feuerlöscher oder trockenem Sand ersticken.

   ➔ **Keinen Wasser- oder CO_2- Löscher verwenden.**

   ➔ Wenn eine Ausweitung des Brands des Metallhydridspeichers nicht möglich ist: Pulver ausglühen lassen.

3.12.3 In Notfällen ohne Austritt von Wasserstoff

➔ Betätigen Sie unverzüglich den Not-Aus-Taster am Power-Management-Modul und entfernen Sie die Wasserstoff-Anschlussleitung vom Nexa®-Lernsystem.

➔ Ziehen Sie den Netzstecker.

➔ Schließen Sie das manuelle Absperrventil der Wasserstoff-Druckgasflasche bzw. der Metallhydridspeicher.

3.13 Gewährleistung

Für die Komponenten des Nexa®-Lernsystem übernimmt Heliocentris eine Gewährleistung von 1 Jahr, maximal jedoch 500 Betriebsstunden.

Die Gewährleistung bezieht sich nur auf Mängel, die zum Zeitpunkt des Übergangs des Produkts vom Verkäufer auf den Käufer vorliegen.

Eine Garantie für bestimmte Eigenschaften (z. B. Leistung und Lebensdauer der Brennstoffzelle) wird nicht übernommen.

Gewährleistungsansprüche gegenüber Heliocentris können nicht geltend gemacht werden, wenn:

- Der Kunde durch nicht bestimmungsgemäße Verwendung oder Fehlbedienung den Schaden herbeigeführt hat
- Am Produkt eigenmächtig Reparaturen oder Manipulationen durchgeführt wurden

- Der Kunde seine Aufsichtspflicht als Betreiber vernachlässigt hat und Dritte einen Schaden herbeigeführt haben

Für Schäden, die bei der Anlieferung zum Kunden entstanden sind, haftet der Lieferant und sorgt im Schadensfall für Ersatz.

Bei Reklamationen und Rückversand des Produkts trägt der Kunde das Risiko und hat für ordnungsgemäße und sichere Verpackung zu sorgen.

4 Systembeschreibung

Das Nexa®-Lernsystem ist ein modulares Brennstoffzellenausbildungssystem mit einer elektrischen Nennleistung von 1,2 kW. Das System basiert auf dem von der Firma Ballard Power Systems entwickelten Nexa® Power Module.

Dieses System ermöglicht die Aneignung praxisorientierten Fachwissens in der technischen Ausbildung.

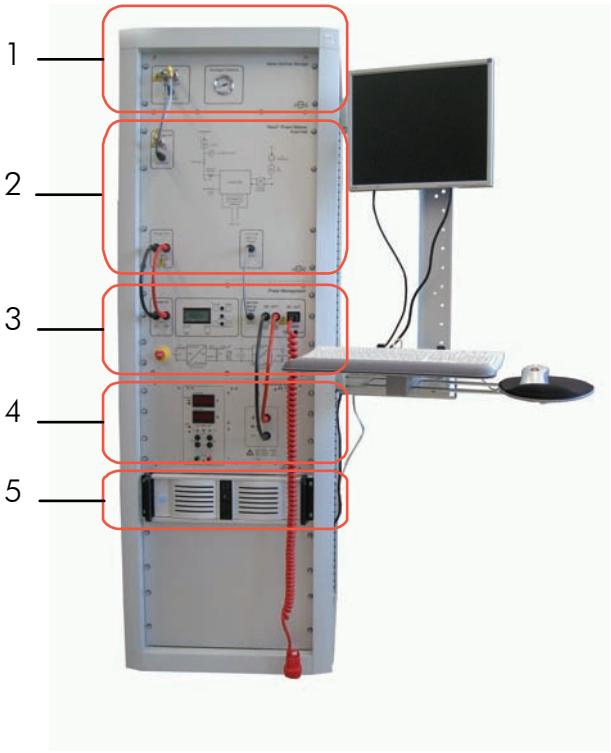


Abb. 4-1 Nexa®-Lernsystem

1	Metallhydridspeicher-Modul	4	Elektronische-Last-Modul
2	Brennstoffzellen-Modul	5	PC
3	Power-Management-Modul		

Das Nexa®-Lernsystem besteht aus folgenden Komponenten:

- Metallhydridspeicher-Modul
- Brennstoffzellen-Modul
- Power-Management-Modul
- Elektronische-Last-Modul
- PC und Software

Dieser modulare Aufbau ermöglicht die Untersuchung von der Wasserstoffversorgung über die elektrochemische Wandlung in der Brennstoffzelle bis zum elektrischen Verbraucher.

4.1 Wasserstoffversorgung

4.1.1 Metallhydridspeicher-Modul

Das Metallhydridspeicher-Modul dient als Wasserstoffversorgung für das Nexa®-Lernsystem. Das Modul enthält 3 einzelne Metallhydridspeicher mit jeweils 760 Nl Speicherkapazität für Wasserstoff.

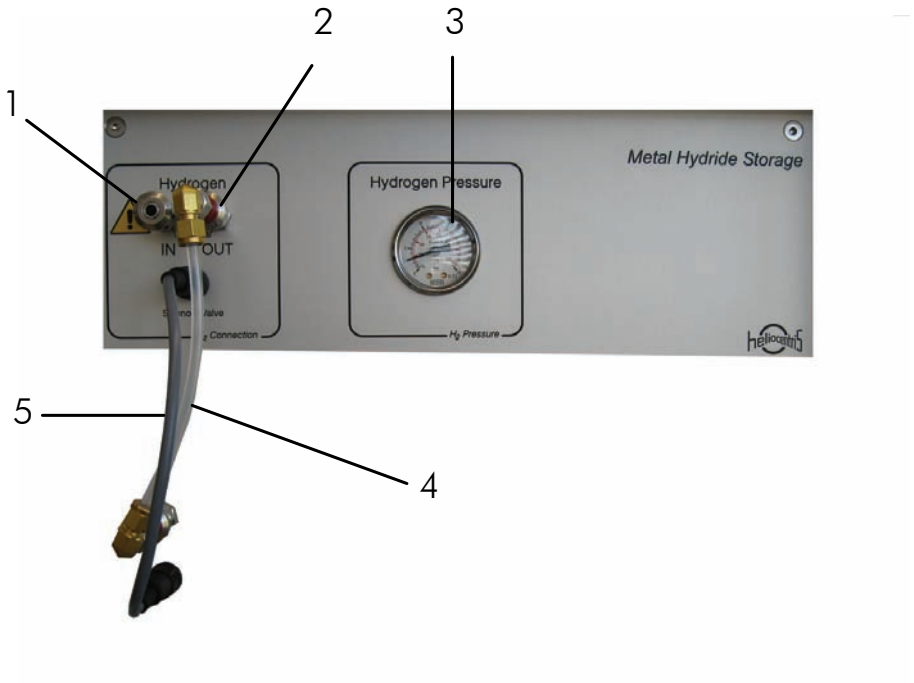


Abb. 4-2 Metallhydridspeicher-Modul

1 Schnellkupplungsanschluss Wasserstoffeingang (Hydrogen IN)

2 Schnellkupplungsanschluss Wasserstoffausgang (Hydrogen OUT)

3 Manometer (Hydrogen Pressure)

4 Schnellkupplungsbrücke

5 Magnetventil-Steuerung (Solenoid Valve)

Auf dem Manometer (3) lässt sich der interne Speicherdruck ablesen, sobald die Absperrventile der Speicherbehälter geöffnet sind.

Der Schnellkupplungsanschluss (1) dient als Wasserstoffeingang für das Beladen des Metallhydridspeichers mit Wasserstoff aus einer handelsüblichen Wasserstoff-Druckgasflasche. Ein eingebautes Rückschlagventil verhindert die Entnahme von Wasserstoff über diesen Anschluss.

Der Schnellkupplungsanschluss (2) dient als Wasserstoffausgang und zur Versorgung des Brennstoffzellen-Moduls mit Wasserstoff.

Der Wasserstoffausgang ist mit einem Magnetventil abgesichert. Das Magnetventil öffnet sich erst, wenn die Magnetventil-Steuerung (5) zwischen dem Metallhydridspeicher-Modul und dem Brennstoffzellen-Modul angeschlossen ist und das Brennstoffzellen-Modul selbst in Betrieb ist. Durch die Schnellkupplungsbrücke (4) gelangt der Wasserstoff bei geöffnetem Magnetventil zum Brennstoffzellen-Modul.

Mit Hilfe des Flaschendruckminderers (siehe *FLASCHENDRUCKMINDERER* auf Seite 24) kann das Metallhydridspeicher-Modul aus handelsüblichen Wasserstoff-Druckgasflaschen wieder befüllt werden. Die detaillierte Vorgehensweise dafür entnehmen Sie bitte dem Abschnitt *METALLHYDRIDSPEICHER BEFÜLLEN* auf Seite 55.

4.1.1.1 Metallhydridspeicher

Das Metallhydridspeicher-Modul enthält 3 einzelne Metallhydridspeicher.

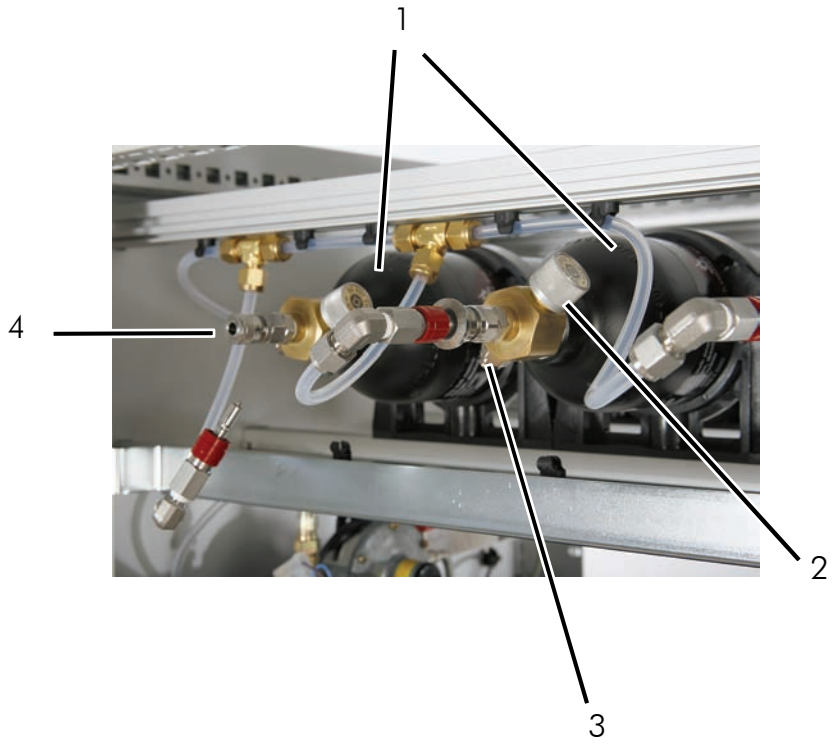


Abb. 4-3 Metallhydridspeicher

1	Speicherbehälter	3	Sicherheitsventil
2	Absperrventil	4	Schnellkupplungsanschluss

Die Speicherbehälter (1) bestehen aus einem äußeren Druckbehälter, der mit einer speziellen Metallhydrid-Legierung gefüllt ist sowie einem Gasanschluss mit Absperrventil (2) und Schnellkupplungsanschluss (4). Die einzelnen Speicherbehälter können von der Seite in das Modul eingesetzt bzw. entnommen und über die Schnellkupplungsanschlüsse an eine gemeinsame Gasleitung angeschlossen werden. Das Sicherheitsventil (3) lässt bei zu hohem Druck bzw. zu hoher Temperatur gezielt Wasserstoff ab.

TIPP

Weitergehende Informationen zum Thema Metallhydridspeicher finden Sie im Abschnitt *METALLHYDRIDSPEICHER-MODUL VERWENDEN (OPTIONAL)* auf Seite 52.

4.1.2 Flaschendruckminderer (DIN 477-1)

Der Flaschendruckminderer reduziert den Druck der Wasserstoff-Druckgasflasche (Vordruck; üblicherweise bis zu 200 bar) auf einen für das Brennstoffzellen-Modul bzw. für die Metallhydridspeicher verwendbaren Druckbereich von 1 bis 17 bar (Hinterdruck).

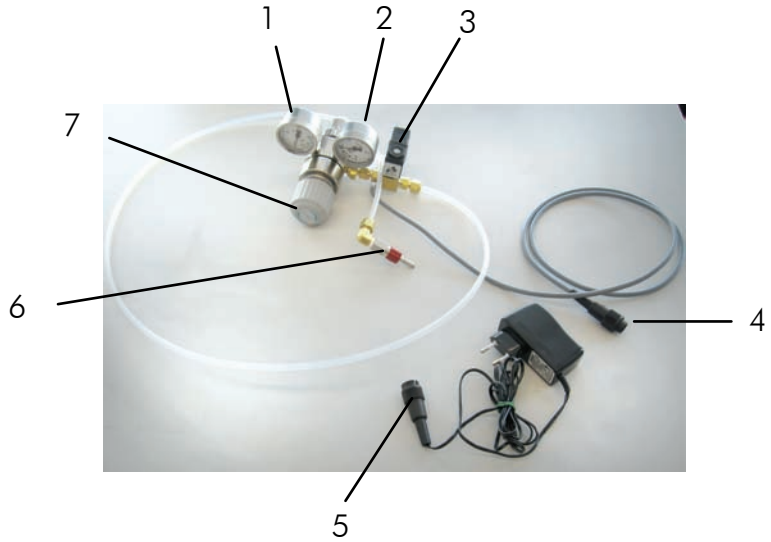


Abb. 4-4 Flaschendruckminderer DIN 477-1

1	Vordruckmanometer	5	Steckernetzteil
2	Hinterdruckmanometer	6	Wasserstoffschlauch mit Schnellkupplung
3	Magnetventil		
4	Magnetventil-Steuerleitung	7	Handregler

Der Flaschendruckminderer dient zum Befüllen des Metallhydridspeicher-Moduls bzw. der einzelnen Speicherbehälter. Mit dem Handregler (7) lässt sich der Hinterdruck stufenlos einstellen.

4.1.3 Flaschendruckminderer (BS341 Nr. 4 / CGA350)

Der Flaschendruckminderer reduziert den Druck der Wasserstoff-Druckgasflasche (Vordruck; üblicherweise bis zu 200 bar) auf einen für das Brennstoffzellen-Modul bzw. für die Metallhydridspeicher verwendbaren Druckbereich von 1 bis 17 bar (Hinterdruck).

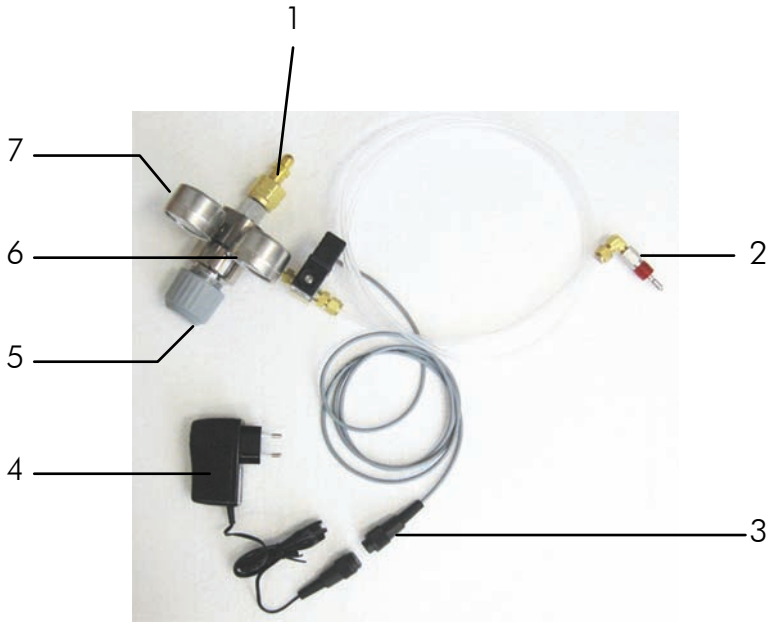


Abb. 4-5 Flaschendruckminderer BS341 Nr. 4 / CGA350

1	Wasserstoffanschluss	5	Handregler
2	Wasserstoffschlauch mit Schnellkupplung	6	Hinterdruckmanometer
3	Magnetventil-Steuerleitung	7	Vordruckmanometer
4	Steckernetzteil		

Der Flaschendruckminderer dient zum Befüllen des Metallhydridspeicher-Moduls bzw. der einzelnen Speicherbehälter. Mit dem Handregler (5) lässt sich der Hinterdruck stufenlos einstellen.

4.2 Brennstoffzellen-Modul

Kernelement des Brennstoffzellen-Moduls ist das Brennstoffzellen-Subsystem Nexa®-Power Module der Firma Ballard Power Systems.

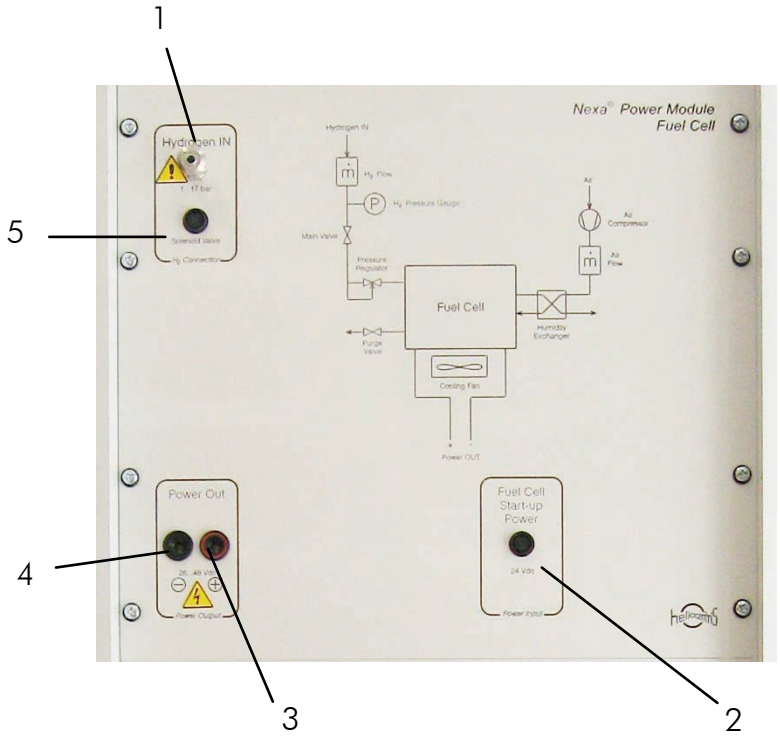


Abb. 4-6 Brennstoffzellen-Modul

1 Eingang Wasserstoff (Hydrogen IN)

2 Eingang Starthilfsspannung (Fuel Cell Start-up Power)

3 Leistungsausgang positiv (Power Out)

4 Leistungsausgang negativ (Power Out)

5 Steuersignal Magnetventil (Solenoid Valve)

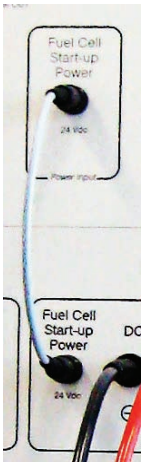


Abb. 4-7 Starthilfsspannungskabel

Das Brennstoffzellen-Modul besteht aus dem Brennstoffzellenstack selbst, Komponenten zur Wasserstoff- und Luftversorgung, einem Kühlsystem und der Steuerung des Subsystems.

Stack

Die über die Wasserstoff- und Luftversorgung zugeführte chemische Energie (in Form von Wasserstoff und Sauerstoff) wird im Stack über eine elektrochemische Reaktion in elektrische Energie umgewandelt. Das Brennstoffzellen-Modul reguliert dabei alle Systemparameter vollautomatisch, so dass bei vorhandener Wasserstoffversorgung über den Wasserstoffeingang (1) eine lastabhängige Gleichspannung am Leistungsausgang (3, 4) abgegriffen werden kann.

Das Brennstoffzellen-Modul verfügt über keine Bedienelemente. Die Bedienung erfolgt über das Power-Management-Modul.

Des Weiteren sind im Brennstoffzellen-Modul ein Wasserstoff-Durchflussmesser und ein elektrisches Lastrelais integriert.

Wasserstoff-versorgung

Die Wasserstoffversorgung wird jeweils über einen Schnellkupplungsstecker an den Wasserstoffeingang (1) des Brennstoffzellen-Moduls angeschlossen. Mit dem Steuersignal Magnetventil (5) wird das Magnetventil an der Wasserstoffversorgung geöffnet bzw. geschlossen.

Starthilfs-spannung

Zum Starten und regulären Herunterfahren des Brennstoffzellen-Moduls muss der Starthilfsspannungs-Eingang (2) über das Starthilfsspannungskabel mit dem Power-Management-Modul verbunden werden.

Details zum Aufbau und zur Funktionsweise des Nexa® Power Module finden Sie in der gesondert mitgelieferten Bedienungsanleitung (englisch).

4.3 Power-Management-Modul

Das Power-Management-Modul dient zur Wandlung der elektrischen Ausgangsleistung des Brennstoffzellen-Moduls.

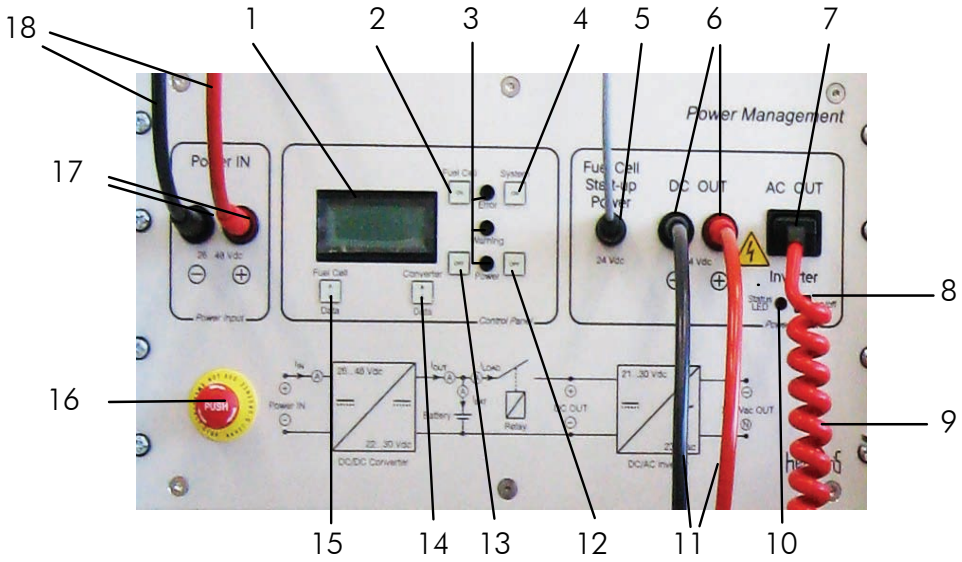


Abb. 4-8 Frontseite Power-Management-Modul

1	Display Control Panel	10	Kontroll-LED Wechselspannungs-ausgang
2	Brennstoffzelle-Ein-Taster	11	Leistungs-Kabelsatz (60 cm)
3	LEDs	12	System-Aus-Taster
4	System-Ein-Taster	13	Brennstoffzelle-Aus-Taster
5	Ausgang Starthilfsspannung (Fuel Cell Start-up Power)	14	Taster Daten Gleichspan-nungswandler
6	Gleichspannungs-Leistungsausgang (DC OUT)	15	Taster Daten Brennstoffzelle
7	Wechselspannungs-Leistungsausgang (AC OUT)	16	Not-Aus-Taster
8	Ein- / Aus-Taster Wechselspan-nungsausgang	17	Leistungseingang (Power IN)
9	Spiralverlängerungskabel für Wech-selspannungsausgang	18	Leistungs-Kabelsatz (40 cm)

Über den Leistungseingang (17) und den Leistungs-Kabelsatz (18) wird die elektrische Leistung des Brennstoffzellen-Moduls an das Power-Management-Modul übergeben.

Gleichspan-nungswandler

Der integrierte Gleichspannungswandler wandelt dann diese ungeregelte, lastabhängige Gleichspannung in eine geregelte 24 V Nennspannung. Die über den rückseitigen Batterieanschluss in das System

integrierten Batterien ermöglichen eine dynamische Zwischenspeicherung der elektrischen Energie. Die Gleichspannung kann über den vorderseitigen Gleichspannungs-Leistungsausgang (6) abgegriffen werden.

Wechselrichter

Der integrierte Wechselrichter erzeugt aus der 24 V Nennspannung ein 230 V Wechselspannungs-Inselnetz. Am Wechselspannungs-Leistungsausgang (7) können so über das Spiralverlängerungskabel (9) Wechselspannungsverbraucher bis zu 1200 W Dauerleistung betrieben werden.

Ein internes Lastrelais dient der sicheren Zu- und Abschaltung des Gleichspannungs-Leistungsausgangs (6) und des Wechselrichters.

Durch den Ausgang Starthilfsspannung (5) wird zum Starten und regulären Herunterfahren eine 24 V Starthilfsspannung für das Brennstoffzellen-Moduls zur Verfügung gestellt

Über den Not-Aus-Taster (16) ist jederzeit ein sofortiges Abschalten des Brennstoffzellen- und Power-Management-Moduls sowie der Wasserstoffversorgung möglich.

Ein auf der Frontseite integriertes Datendisplay (1) informiert über Betriebsmodi und Betriebsparameter des Brennstoffzellen-Moduls und des Gleichspannungswandlers. Drei LEDs (3) zeigen den Betriebszustand des Gesamtsystems an.

Die Zuleitung von der Batterie ist kurzschlussgesichert.

4.4 Elektronische-Last-Modul

Mit dem Elektronische-Last-Modul können Experimente, die praxisnahe Anwendungen simulieren, durchgeführt und damit das Verhalten des Brennstoffzellensystems bei verschiedenen Praxisbeispielen untersucht werden. Alle Parameter, die Auskunft über Zustand und Verbrauch des Systems geben, können dabei abgelesen und für weitere Auswertungen verwendet werden. Die elektronische Last kann manuell oder softwaregesteuert betrieben werden.

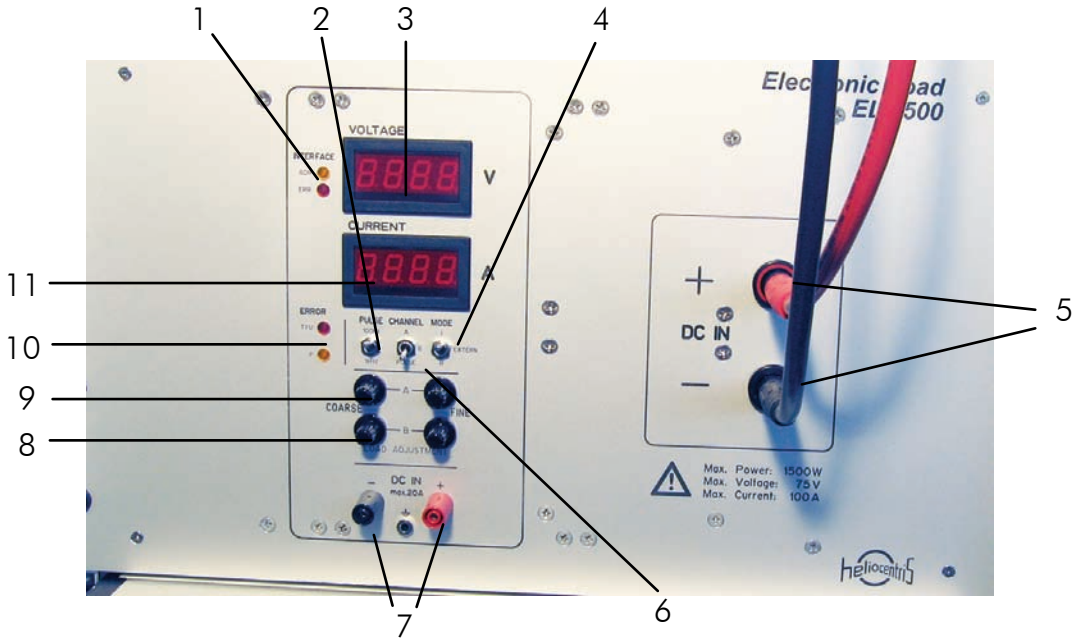


Abb. 4-9 Elektronische-Last-Modul

1	Status-Anzeige Kommunikation mit der Software	8	Drehschalter Channel B grob / fein
2	Kippschalter Pulse	9	Drehschalter Channel A grob / fein
3	Display Spannung	10	Fehler LEDs (Übertemperatur / Überspannung, Leistungsbegrenzung)
4	Kippschalter Mode		
5	Leistungseingang +/-, mit Leistungskabeln (60 cm)	11	Display Strom
6	Kippschalter Channel		
7	Leistungseingang +/-, max. 20 A		

Elektronische Lasten dienen im Allgemeinen der definierten Belastung beliebiger elektrischer Quellen. Sie funktionieren wie ein elektronisch geregelter Widerstand, setzen also elektrische Energie kontrolliert in Wärme um.

Die hier verwendete elektronische Last wird dazu benutzt, den Gleichspannungsausgang des Power-Management-Moduls, und damit letztendlich die Brennstoffzelle selbst, elektrisch zu belasten. Verschiedene Lastprofile sind dabei, je nach Anwendungsbeispiel, möglich.

Am Panel befinden sich Anzeigen für die entsprechenden Strom-bzw. Spannungswerte (3, 11) sowie Schalter (8, 9), mit denen sich die jeweiligen Werte eingeben lassen.

Die elektronische Last kann im Stromkonstant-, Widerstandskonstant- oder Leistungskonstant-Betriebsart arbeiten.

4.5 PC und Nexa® Training System Software

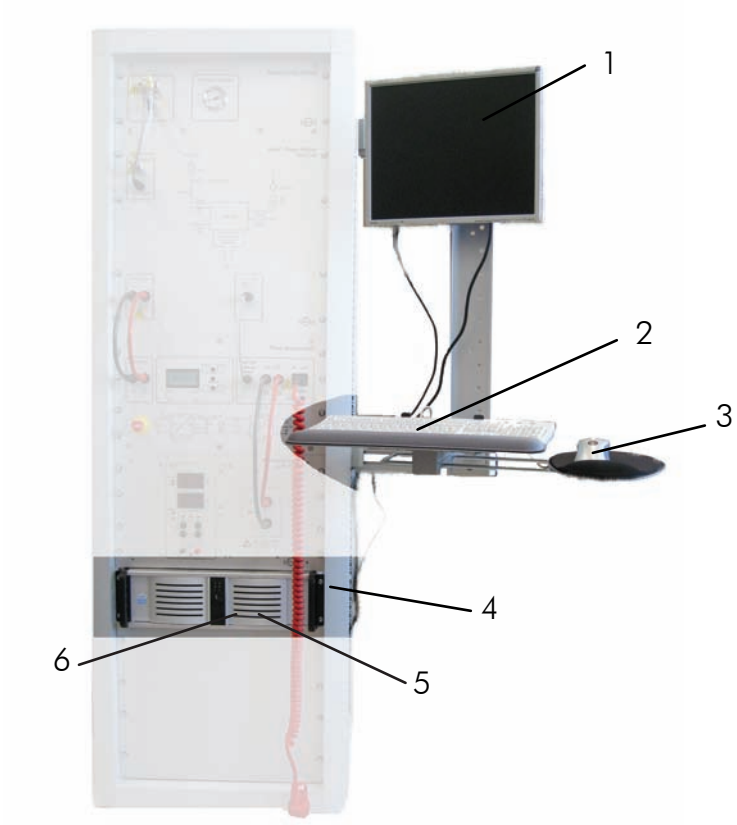


Abb. 4-10 PC

1	Monitor	4	PC
2	Tastatur	5	Ein-Taster (hinter Klappe)
3	Maus	6	Schloss zum Verriegeln der Klappe

Der PC befindet sich im unteren Teil des Nexa®-Lernsystem-Racks. Der LCD-Monitor ist auf einen frei beweglichen Arm montiert, der sich seitlich am Rack befindet.

Auf dem PC befinden sich:

- Nexa® Training System Software
- NexaMon OEM Software

Die NexaMon OEM Software dient lediglich der eingehenden Diagnose bei Ausnahmefehlern; daher wird im Kapitel *FEHLERBEHEBUNG* näher Bezug darauf genommen.

Die Nexa® Training System Software dient vornehmlich der Visualisierung der Messdaten. Alternativ zur manuellen Bedienung haben Sie teilweise die Möglichkeit, das Nexa®-Lernsystem über den PC zu bedienen.

Die Nexa® Training System Software gliedert sich in drei Ansichten: das Flow-Chart-Display, das Power-Display und das Time-Chart-Display. Diese Ansichten lassen sich über die Menüführung aufrufen.

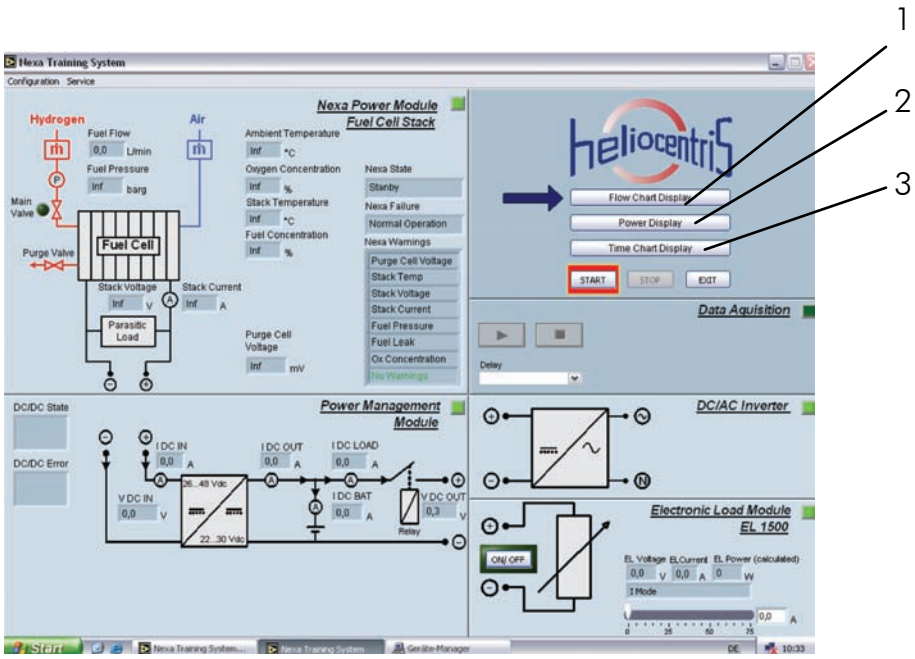


Abb.. 4-11 Software Oberfläche

1 Button Flow-Chart-Display

2 Button Power-Display

3 Button Time-Chart-Display

4.5.1 Das Flow-Chart-Display

Das Flow-Chart-Display ist die Hauptansicht der Software. In dieser Ansicht werden alle spezifischen Daten des Systems während des Betriebs und deren Wertänderung angezeigt.

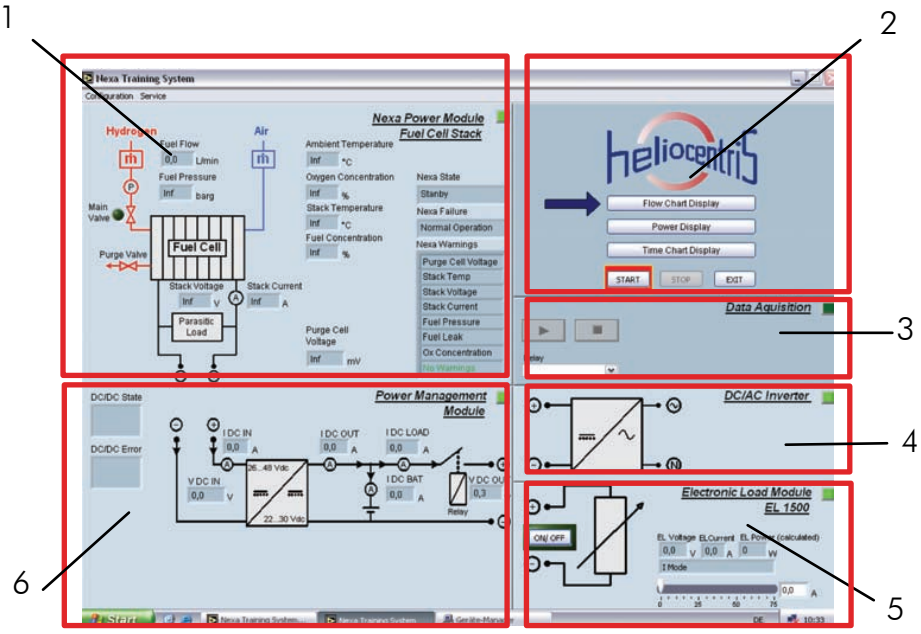


Abb. 4-12 Flow Chart Display

1	Nexa Power Module Fuel Cell Stack Frame	4	DC / AC Inverter Frame
		5	Electronic Load Module Frame
2	Hauptframe	6	Power Management Module Frame
3	Data Aquisition Frame		

Die Aufteilung innerhalb dieser Hauptansicht in die einzelnen Frames entspricht der Unterteilung des Racksystems. Dadurch können die angezeigten Daten sofort den jeweiligen Komponenten des Systems zugeordnet werden. Der Hauptframe (2) bleibt in allen Ansichten erhalten und ist die Menüführung der Software.

Nexa Power Module Fuel Cell Stack Frame (1)

In diesem Frame werden alle charakteristischen Daten inklusive der Status-, Fehler- und Warnmeldungen des Nexa® Power Module angezeigt:

Feld	Was zeigt es an?
Fuel Flow	Momentane Durchflussrate Wasserstoff
Fuel Pressure	Momentanen Wasserstoffdruck (gemessen am Eingang zum Nexa® Power Module)
Stack Voltage	Momentane Spannung am Stack

Feld	Was zeigt es an?
Stack Current	Momentanen Strom am Stack (inklusive der parasitären Belastungen innerhalb des Stacks)
Ambient Temperature	Umgebungstemperatur (gemessen in der Nähe der Steuerplatine des Nexa® Power Module)
Oxygen Concentration	Sauerstoffkonzentration in der Umgebungsluft (gemessen in der Nähe der Steuerplatine)
Stack Temperature	Temperatur des Stacks
Fuel Concentration	Wasserstoffkonzentration in der Umgebungsluft (gemessen in der Nähe des Wasserstoffeingangs des Stacks)
Purge Cell Voltage	Spannung der Spülzelle
Nexa State	Momentanen Zustand des Stacks, siehe *BETRIEBSPARAMETER BRENNSTOFFZELLE* auf Seite 75
Nexa Failure	Bei Fehlerzustand den aufgetretenen Fehlertyp, siehe *FEHLERMELDUNGEN* auf Seite 91
Nexa Warnings	Bei Warnungszustand die Ursache der Warnung, siehe *WARNMELDUNGEN* auf Seite 90

Tabelle 4-1 Daten in Nexa Power Module Fuel Cell Stack Frame

Power Management Modul Frame (6)

In diesem Frame werden alle Daten zum Energiemanagement sowie Status- und Fehlermeldungen des DC/DC-Wandlers angezeigt.

Feld	Was zeigt es an?
DC/DC State	Momentanen Betriebszustand des Gleichspannungswandlers, siehe *EINSTELLUNGEN FÜR DEN GLEICHSPANNUNGSWANDLER* ändern auf Seite 81
DC/DC Error	Fehlermeldung Power-Management-Modul, siehe *FEHLERMELDUNGEN* auf Seite 91
V DC IN	Eingangsspannung Gleichspannungswandler
I DC IN	Eingangsstrom Gleichspannungswandler

Feld	Was zeigt es an?
I DC OUT	Ausgangsstrom Gleichspannungswandler
I DC LOAD	Ausgangsstrom Power-Management-Modul
I DC BAT	Eingangsstrom Pufferbatterie
V DC OUT	Ausgangsspannung Power-Management-Modul

Tabelle 4-2 Daten in Power-Management-Module Frame

Data Aquisition Frame (3)

Mit dem Data Aquisition Frame kann eine Datenmitschrift eingestellt werden. Diese kann nach Abschluss des Experiments abgerufen werden.

DC / AC Inverter Frame (4)

Wenn ein Wechselrichter in der Anwendung implementiert ist, wird dies mit dem hellgrünen Button angezeigt.

Electronic Load Module EL 1500 Frame (5)

In diesem Frame werden die momentanen Daten der elektronischen Last angezeigt und eingestellt.

Die Spannung (EL Voltage), der Strom (EL Current) und die daraus berechnete Leistung (EL Power calcuated) sowie die Betriebsart werden angezeigt.

4.5.2 Das Power-Display

Das Power-Display stellt die Bilanzierung der Leistungen im Gesamtsystem dar.

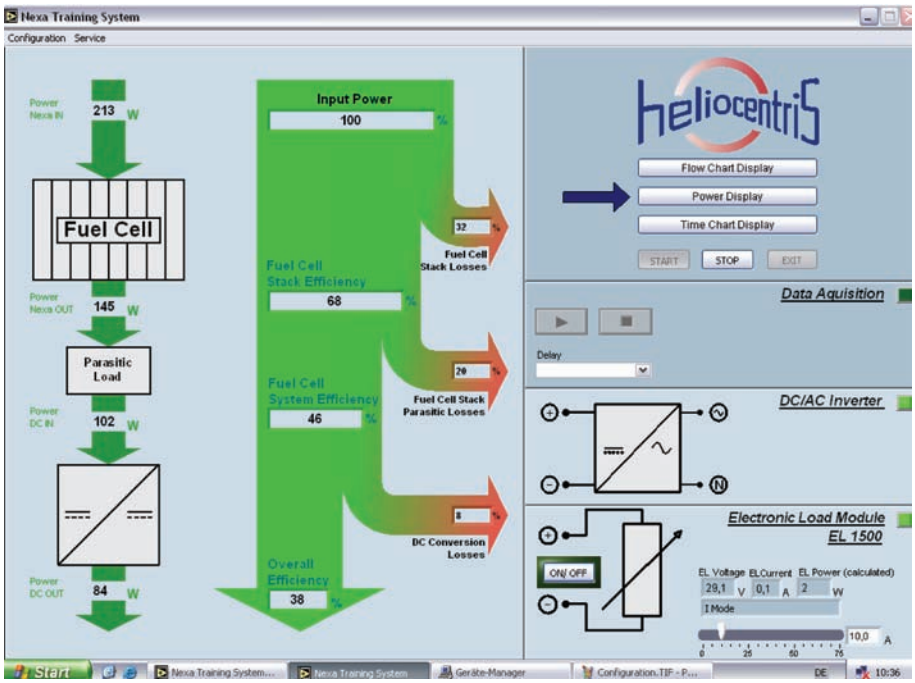


Abb. 4-13 Power-Display

Im linken Fließbild werden dabei die einzelnen Leistungen und deren Änderungen im Verlauf angezeigt.

Feld	Was zeigt es an?
Power Nexa IN	Energie (chemisch), die in den Brennstoffzellen-Stack eingeht
Power Nexa OUT	Energie (elektrisch), die aus dem Brennstoffzellen-Stack hinauskommt
Power DC IN	Energie (elektrisch), die in den Gleichstromwandler hineingeht
Power DC OUT	Energie (elektrisch), die aus dem Gleichstromwandler hinauskommt

Tabelle 4-3 Anzeige Power-Display

Sankey-Diagramm

Das Sankey-Diagramm (rechtes Fließbild), zeigt die Effizienz des Gesamtsystems und einzelner Komponenten.

Feld	Was zeigt es an?
Input Power	Wird immer auf 100 % gesetzt
Fuel Cell Stack Losses	Prozentualen Energieverlust am Brennstoffzellen-Stack
Fuel Cell Stack Efficiency	Effektivität des Brennstoffzellen-Stacks
Fuel Cell Stack Parasitic Losses	Prozentualen Blindverlust am Stack (periphere Komponenten)
Fuel Cell System Efficiency	Effektivität des Brennstoffzellen-Subsystems
DC Conversion Losses	Verlust durch Gleichspannungswandler
Overall Efficiency	Gesamteffektivität

Tabelle 4-4 Sankey-Diagramm

4.5.3 Das Time-Chart-Display

Im Time-Chart-Display können die Signalverläufe aller Messwerte dargestellt werden.

In dieser Ansicht lassen sich zeitliche Verläufe einzelner Messwerte übersichtlich auswerten. Dadurch können Zusammenhänge zwischen verschiedenen Prozessgrößen einfach erfasst werden, z. B. lässt sich der Zusammenhang zwischen Laststrom und Stackspannung veranschaulichen.

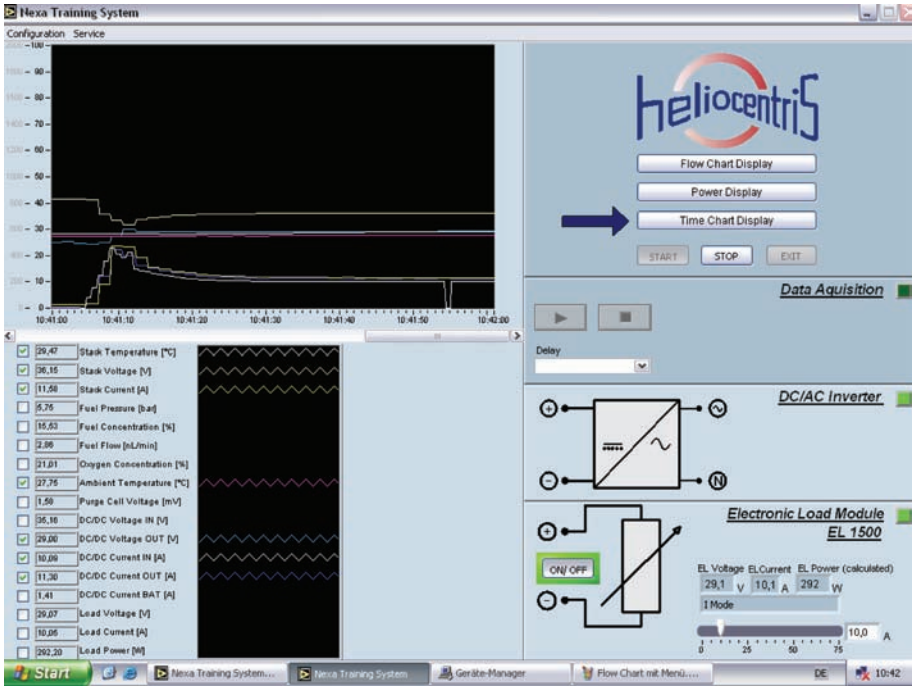


Abb. 4-14 Time-Chart-Display

So wählen Sie die darzustellenden Parameter aus:

➔ Häkchen in der entsprechenden Checkbox setzen.

So wählen sie einen Parameter wieder ab:

➔ Häkchen in der Checkbox anklicken.

↳ Das Häkchen verschwindet.

5 Aufstellung und Inbetriebnahme

5.1 Lieferumfang

Das Nexa®-Lernsystem ist in drei Versionen erhältlich. Die Versionen Basis und Experiment können bei Bedarf jederzeit problemlos aufgerüstet werden.

Bestandteil	Basis	Experiment	Komplett
19"-Rack	+	+	+
Metallhydridspeicher-Modul	–	–	+
Brennstoffzellen-Modul	+	+	+
Power-Management-Modul	+	+	+
Elektronische-Last-Modul	–	+	+
Flaschendruckminderer inkl. Schlauch, Schnellkupplung und Magnetventil, Steckernetzteil	+	+	+
Tischbefestigung für Wasserstoff-Druckgasflaschen	+	+	+
Computer inkl. Betriebssystem MS Windows XP Professional multilingual	+	+	+
Monitor (inkl. Befestigungsadapter)	+	+	+
Monitor- und Tastaturarm	+	+	+
Tastatur, Maus	+	+	+
Batterien (2 Sätze)	+	+	+
Batterieanschlusskabel inkl. Sicherungen (2 Sätze)	+	+	+
Ersatzsicherung (für Batterieanschlusskabel)	+	+	+
Kabelbrücke für Batterien (2 Stück)			+
Ventil-Steuerleitung Brennstoffzelle-Metallhydridspeicher-Modul	–	–	+

Bestandteil	Basis	Experiment	Komplett
Starthilfsspannungsleitung	+	+	+
Leistungs-Kabelsatz (40 cm) (Brennstoffzellen-Modul–Power-Management-Modul)	+	+	+
Leistungskabelsatz (60 cm) (Power-Management-Modul–Elektronische-Last-Modul)	–	+	+
Wasserstoff-Schnellkopplungsbrücke	–	–	+
Wasserbehälter (2 l)	+	+	+
Rollen (4 Stück)	+	+	+
Bedienungsanleitung	+	+	+
Software CD-ROM (Nexa® Training System Software, Windows XP Professional Betriebssystem, NexaMon OEM)	+	+	+
Prüfzertifikate (Nexa®-Module, Durchflussmesser)	+	+	+
Persönlicher Wasserstoff-sensor	+	+	+

Tabelle 5-1 Lieferumfang

5.2 Aufstellort

Das Nexa®-Lernsystem ist für die Aufstellung und den Betrieb in einem geeigneten Laborraum vorgesehen.

Anforderungen an den Raum

Der Raum muss folgende Anforderungen erfüllen:

- Höchste relative Luftfeuchte 80 % für Temperaturen bis 31 °C
- Höhe bis 2000 m ü.n.N.
- Temperaturbereich +15 °C und +30 °C
- Ausreichende Belüftung
- Der Raum muss den örtlich geltenden Sicherheits- und Laborrichtlinien entsprechen
- Netzanschlüsse müssen vorhanden sein
- Elektrische Erdung muss vorhanden sein

- Der Raum muss staubfrei und frei von Verbrennungsabgasen (Stickoxide, Schwefelgase) und reaktiven Chemikalien (Ammoniak, Chlorverbindungen, Lösemitteln) sein
- Die Wasserstoffversorgung muss fachgerecht und bestimmungsgemäß sein
- Wasserstoffsensoren müssen vorhanden sein

Anforderungen im Raum

➔ Die Sicherheitsventile der Metallhydridspeicher nicht blockieren.

➔ Die Sicherheitsventile der Metallhydridspeicher so ausrichten, dass sie nicht auf Personen gerichtet sind.

➔ Zwischen Systemrückseite und z. B. einer Wand ausreichend Platz lassen.

Unterlage

➔ Das System standsicher und auf einer stabilen, waagerechten und festen Unterlage aufstellen.

Lokale Sicherheitsvorschriften

Bei Installation und Betrieb der Wasserstoffversorgung sind die für den jeweiligen Aufstellort gültigen lokalen Sicherheitsbestimmungen unbedingt zu beachten. Dies gilt insbesondere für die Verwendung und Lagerung der Metallhydridspeicher und der nicht im Lieferumfang enthaltenen Wasserstoff-Druckgasflaschen.

5.3 Auspacken und Aufstellen

⚠ VORSICHT

Herunterfallen / Kippen des Nexa®-Lernsystems!

Verletzungen durch Quetschungen. Sachschaden.

➔ Nexa®-Lernsystem gegen Umkippen sichern.

➔ Sicherheitsschuhe tragen.

➔ Nexa®-Lernsystem mit mindestens vier Personen auspacken.

✓ Geeigneter Aufstellort

✓ Vier Personen ausgerüstet mit Sicherheitsschuhen

✓ Akku-Schraubendreher Kreuzschlitz

✓ Innensechskantschlüssel (8 mm)

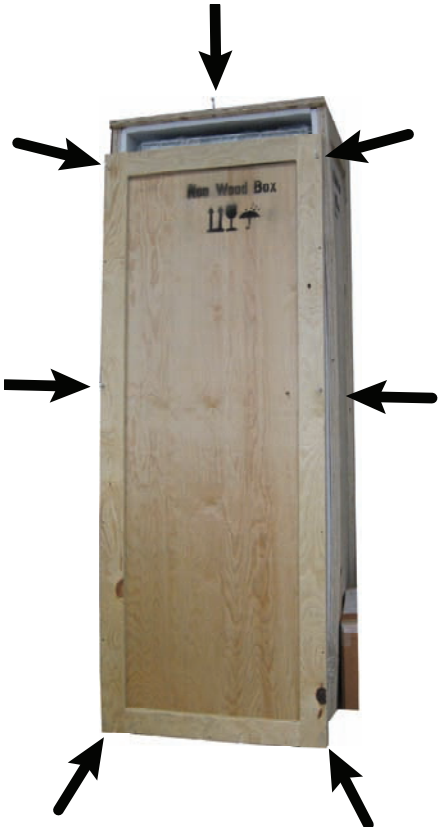


Abb. 5-1 Holzwand abschrauben

1. Drehen Sie die Schrauben (siehe Pfeile) aus der Vorderwand der Holzbox.
2. Entnehmen Sie die der Holzbox beigefügten Komponenten.
3. Entpacken Sie die vier Rollen und legen Sie diese griffbereit.
4. Stellen Sie die Holzbox mit der Rückseite gegen eine Wand, so dass das System nicht nach hinten kippen kann.
5. Sichern Sie mit je zwei Personen das Nexa®-Lernsystem gegen Umkippen.
6. Ziehen Sie das Nexa®-Lernsystem vorsichtig aus der Holzbox heraus, bis zwei der Löcher für die Montage der Rollen gut zu erreichen sind.
7. Legen Sie sich die Rollen ohne Feststellhebel bereit.

Abb. 5-2 Rollen (ohne Feststellhebel) montieren

8. Montieren Sie die Rollen ohne Feststellhebel in den dafür vorgesehenen Löchern am Nexa®-Lernsystem.
9. Legen Sie sich die Rollen mit Feststellhebel bereit.

Abb. 5-3 Dritte Rolle (mit Feststellhebel) montieren

11. Drehen Sie die Holzbox so, dass eines der weiteren Löcher für die Rollen gut zugänglich ist.
12. Montieren Sie die Rolle (mit Feststellhebel) in den dafür vorgesehenen Löchern am Nexa®-Lernsystem.
13. Sichern Sie das Nexa®-Lernsystem so, dass es nicht zur Seite der noch fehlenden Rolle umkippen kann.
14. Ziehen Sie das Nexa®-Lernsystem komplett heraus.
15. Montieren Sie die Rolle (mit Feststellhebel) in den dafür vorgesehenen Löchern am Nexa®-Lernsystem.

↳ Die Rollen des Nexa®-Lernsystems sind montiert und das Nexa®-Lernsystem ist aufgestellt.

16. Kontrollieren Sie das Nexa®-Lernsystem auf offensichtliche Transportschäden an der Verpackung und am Produkt selbst und setzen Sie ggf. sofort das Transportunternehmen und Heliocentris oder Ihren Lieferanten über den Schaden in Kenntnis.
    – Dokumentieren Sie wenn möglich den Schaden mit einer Kamera.
17. Vergleichen Sie sofort nach dem Auspacken den Lieferumfang mit den Angaben in dieser Bedienungsanleitung, siehe *LIEFERUMFANG* auf Seite 39.

5.3.1 Entsorgung des Verpackungsmaterials

➔ Entsorgen Sie das Verpackungsmaterial gemäß den lokalen Vorschriften und Regulierungen.

5.4 Montage

Das System wird vormontiert geliefert. Folgende Komponenten müssen noch eingebaut werden:

- Monitor
- Tastaturauflage / Tastatur / Maus
- Wasserbehälter
- Batterien

⚠ VORSICHT

Umkippen des Nexa®-Lernsystems!

Sachschäden, Quetschungen und leichte Verletzungen.

➔ Nexa®-Lernsystem ausreichend gegen Umkippen sichern.

✓ System und Komponenten sind ausgepackt, die Komponenten sind vollzählig
✓ Endgültiger Aufstellort ist gewählt
✓ Erdungskabel mit Leiterquerschnitt von mindestens 6 mm^2
✓ Monitor
✓ Tastaturauflage
✓ Tastatur
✓ Batterien und Kabelbrücke

- ✓ Wasserbehälter
- ✓ 2 Maulschlüssel (8 / 10 mm)

So montieren Sie die Komponenten:

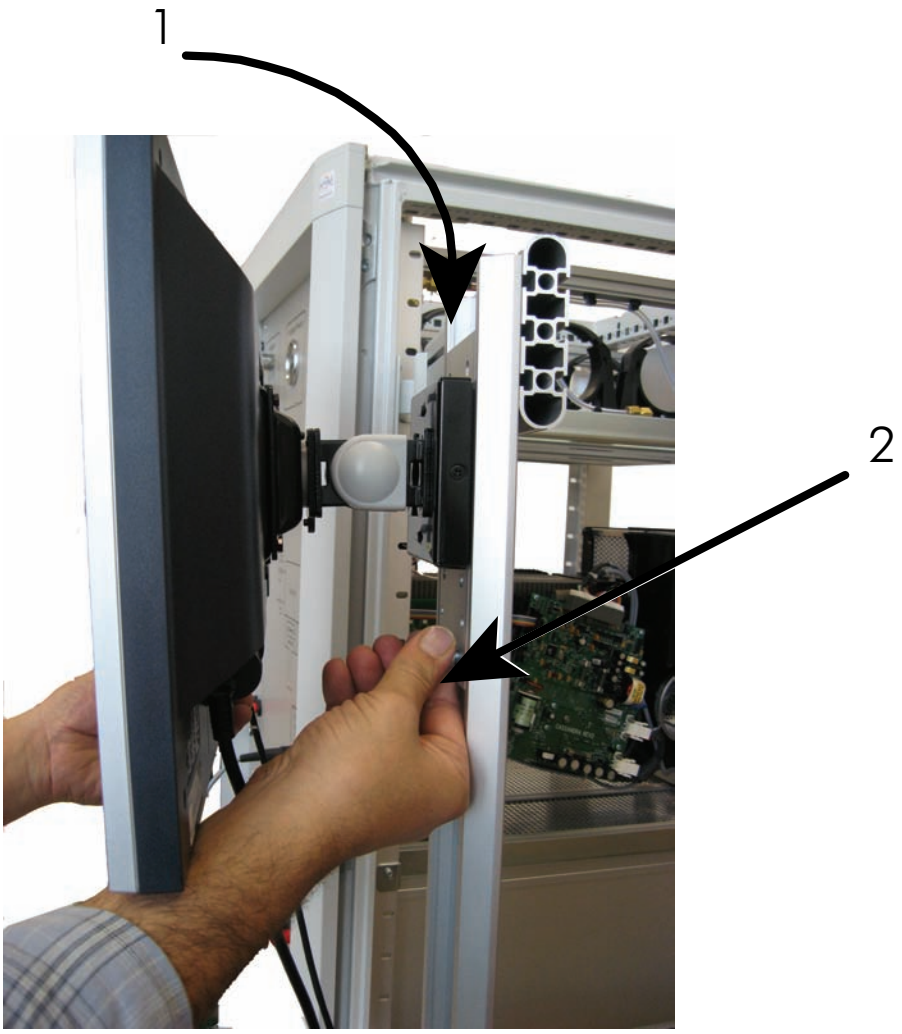


Abb. 5-4 Monitor in Schiene befestigen

Monitor

1. Schwenkarm ausklappen.
2. Den Monitor von oben in die Schiene des Schwenkarms einführen (1) und auf die gewünschte Höhe schieben.
3. Mit Feststellschraube feststellen (2).

↳ Der Monitor ist befestigt.

Tastaturablage

4. Analog mit der Tastaturablage verfahren:
   - Die Tastaturablage von unten in die Schiene des Schwenkarms einführen und auf die gewünschte Höhe schieben.

– Mit Feststellschraube feststellen.

↳ Die Tastaturablage ist befestigt.

Erdung

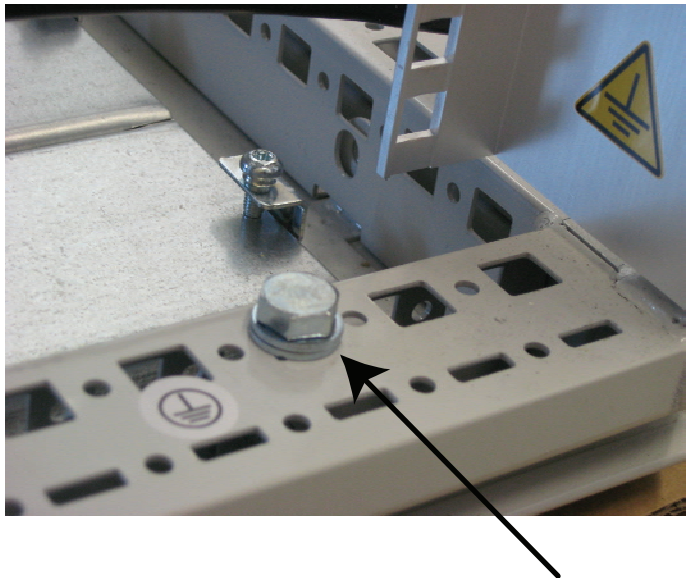


Abb. 5-5 Erdung herstellen

5. Den markierten Erdungspunkt des Nexa®-Lernsystems (s. Fig. 5-5) mit der Erdung Ihres Gebäudes verbinden (Leiterquerschnitt des Kabels mindestens 6 mm²).

Batterien

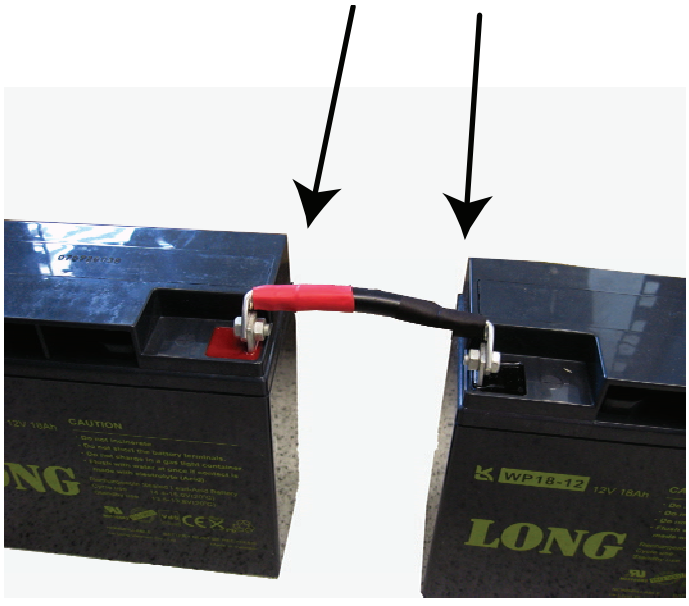


Abb. 5-6 Batterien mit Kabelbrücke in Reihe schalten

6. Die mitgelieferten Batterien mit der Kabelbrücke elektrisch in Reihe schalten.

7. Den Batterieblock in die dafür vorgesehene Ablage auf der Rückseite des Systems (unterhalb des PC) stellen.

↳ Die Batterien sind mit Kabelbrücke verbunden und an vorgesehener Stelle platziert.

5.4.2 Das Nexa®-Lernsystem verschieben

Das Rack des Nexa®-Lernsystems ist mit Rollen ausgestattet, welche mit Feststellhebeln gesichert sind.

So verschieben Sie das Nexa®-Lernsystem:

- ✓ Sämtliche Kabel sind von externen Verbindungen gelöst
- ✓ Schlauch ist nicht im Wasserbehälter
- ✓ Wasserbehälter ist geleert

> ⚠ **VORSICHT**
>
> **Umkippen des Nexa®-Lernsystems!**
>
> Sachschäden, Quetschungen und leichte Verletzungen.
>
> - ➔ Nexa®-Lernsystem ausreichend gegen Umkippen sichern.
> - ➔ Nexa®-Lernsystem immer mit beiden Händen am Rack verschieben.
> - ➔ Auf ausreichende Standsicherheit achten.

1. Die vier Feststellhebel an den Rollen lösen.
2. Das Nexa®-Lernsystem mit beiden Händen in die gewünschte Position schieben.
3. Die Rollen des Nexa®-Lernsystems mit den Feststellhebeln sichern.

5.5 Wasserstoffversorgung

Zum Betrieb der Brennstoffzelle ist Wasserstoffgas mit einer Mindestreinheit von 5.0 (= 99,999 %) nötig.

Der zulässige Wasserstoffeingangsdruck beträgt 1,0–17 bar Überdruck.

Die Versorgung mit Wasserstoff kann mit folgenden Optionen erfolgen:

- Wasserstoff- Druckgasflasche mit Druckminderer
- Metallhydridspeicher-Modul

Es ist nur eine von Heliocentris speziell für das Nexa®-Lernsystem entwickelte Wasserstoffversorgung zulässig.

VORSICHT

Entzündung von Wasserstoff!

Hautverbrennungen, Verletzungen und Sachschäden.

➔ Rauchen Sie nicht und vermeiden Sie offene Flammen und Zündquellen.

5.5.1 Druckminderer (DIN 477-1) mit Wasserstoff-Druckgasflasche verwenden (Wasserstoff-Druckgasflasche nicht im Lieferumfang enthalten)

TIPP

Wasserstoff-Druckgasflaschen sind nicht im Lieferumfang enthalten. Sie können über Spezialgashandlungen bezogen werden.

Soll eine Wasserstoff-Druckgasflasche zur Wasserstoffversorgung verwendet werden, so gehen Sie wie folgt vor:

- ✓ Wasserstoff-Druckgasflasche
- ✓ Flaschenhalter
- ✓ Druckminderer

1. Wasserstoff-Druckgasflasche auf einem ebenen und stabilen Untergrund aufstellen.
2. Wasserstoff-Druckgasflasche mit dem mitgelieferten Flaschenhalter an einem geeigneten, stabilen Gegenstand (z. B. Tisch) befestigen.
3. Prüfen, ob Schmutzablagerungen (Staub, Späne etc.) auf dem Anschluss der Wasserstoff-Druckgasflasche und des Druckminderers sind, ggf. mit einem trockenen Tuch abwischen.

> ⚠ **VORSICHT**
>
> **Wasserstoff-Druckgasflasche steht unter Druck!**
>
> Verletzungen von Personen, wenn Gasstrahl auf sie gerichtet ist.
>
> ➔ Gasstrahl nicht auf Personen richten.

4. Flaschenventil vor dem Anschließen des Druckminderers vorsichtig für ca. 1 Sekunde öffnen, um Verunreinigungen abzublasen.
5. Handregler des Druckminderers gegen den Uhrzeigersinn bis zum linken Anschlag zudrehen.
6. Schutzkappe vom Eingangsanschluss des Druckminderes entfernen, Schutzkappe aufbewahren.
7. Überwurfmutter des Druckminderers handfest auf den Flaschenanschluss schrauben. Linksgewinde beachten.

Flaschenventil öffnen

8. Langsam das Flaschenventil öffnen, bis auf dem Vordruckmanometer (links) der Flaschendruck angezeigt wird.
9. Die Schnellkupplung der Wasserstoff-Zuleitung des Druckminderers mit dem Wasserstoffeingang des Brennstoffzellen-Moduls *Hydrogen IN verbinden*. Dabei auf das vollständige Einrasten des Schnellkupplungssteckers (Klickgeräusch) achten.

Betriebsdruck am Druckminderer einstellen

10. Handregler des Druckminderers im Uhrzeigersinn drehen, bis auf dem Hinterdruckmanometer ein Druck von > 1 bar angezeigt wird (idealer Betriebsdruck 1–5 bar).
11. Die Steuerleitung des Magnetventils an den Anschluss *Solenoid Valve* des Brennstoffzellen-Moduls anschließen.

↳ Der Druckminderer ist montiert und einsatzbereit.

5.5.2 Druckminderer (BS341 Nr. 4 / CGA350) mit Wasserstoff-Druckgasflasche verwenden (Wasserstoff-Druckgasflasche nicht im Lieferumfang enthalten)

TIPP

Wasserstoff-Druckgasflaschen sind nicht im Lieferumfang enthalten. Sie können über Spezialgashandlungen bezogen werden.

Soll eine Wasserstoff-Druckgasflasche zur Wasserstoffversorgung verwendet werden, so gehen Sie wie folgt vor:

- ✓ Wasserstoff-Druckgasflasche
- ✓ Flaschenhalter
- ✓ Druckminderer
- ✓ Maulschlüssel (30 mm)

1. Wasserstoff-Druckgasflasche auf einem ebenen und stabilen Untergrund aufstellen.
2. Wasserstoff-Druckgasflasche mit dem mitgelieferten Flaschenhalter an einem geeigneten, stabilen Gegenstand (z. B. Tisch) befestigen.
3. Sicherstellen, dass keine Schmutzablagerungen (Staub, Späne etc.) auf dem Anschluss der Wasserstoff-Druckgasflasche und des Druckminderers sind, ggf. mit einem trockenen Tuch abwischen.

VORSICHT

Wasserstoff-Druckgasflasche steht unter Druck!

Verletzungen von Personen, wenn Gasstrahl auf sie gerichtet ist.

➔ Gasstrahl nicht auf Personen richten.

4. Flaschenventil vorsichtig für ca. 1 Sekunde öffnen, um Verunreinigungen abzublasen.
5. Handregler des Druckminderers gegen den Uhrzeigersinn bis zum linken Anschlag zudrehen.
6. Schutzkappe vom Eingangsanschluss des Druckminderes entfernen, Schutzkappe aufbewahren.
7. Druckminderer handfest auf den Flaschenanschluss schrauben, Linksgewinde beachten.

8. Mithilfe eines Maulschlüssels den Druckminderer fest mit dem Flaschenanschluss verbinden.

Flaschenventil öffnen

9. Langsam das Flaschenventil öffnen, bis auf dem Vordruckmanometer (links) der Flaschendruck angezeigt wird.

10. Die Schnellkupplung der Wasserstoff-Zuleitung des Druckminderers mit dem Wasserstoffeingang des Brennstoffzellen-Moduls *Hydrogen IN verbinden*. Dabei auf das vollständige Einrasten des Schnellkupplungssteckers (Klickgeräusch) achten.

Betriebsdruck am Druckminderer einstellen

11. Handregler des Druckminderers im Uhrzeigersinn drehen, bis auf dem Hinterdruckmanometer ein Druck von > 1 bar angezeigt wird (idealer Betriebsdruck 1–5 bar).

12. Die Steuerleitung des Magnetventils an den Anschluss *Solenoid Valve* des Brennstoffzellen-Moduls anschließen.

↳ Der Druckminderer ist montiert und einsatzbereit.

5.5.3 Metallhydridspeicher-Modul verwenden (optional)

Die Metallhydridspeicher werden in der Regel separat versandt und den nationalen Regulationen entsprechend transportiert und ausgeliefert.

Nordamerika

Die Metallhydridspeicher werden mit Wasserstoff befüllt ausgeliefert und sind sofort einsatzbereit.

In Europa und Rest der Welt

Die Metallhydridspeicher werden mit Helium beladen ausgeliefert. Helium hat keine Wirkung auf die Brennstoffzelle, es muss vor dem ersten Gebrauch abgeblasen werden, siehe *HELIUM AUS METALLHYDRIDSPEICHER ABBLASEN (NUR GÜTLIG FÜR METALLHYDRIDSPEICHER, DIE IN EUROPA AUSGELIEFERT WURDEN)* auf Seite 54. Bis das Helium vom Wasserstoff vollständig verdrängt ist, kann es zu geringerer Leistung der Brennstoffzelle kommen.

TIPP

Nach dem erstmaligen Füllen der Metallhydridspeicher mit Wasserstoff, den Wasserstoff verbrauchen. Die Leistung des Brennstoffzellen-Moduls wird nicht optimal sein. Danach die Metallhydridspeicher erneut mit Wasserstoff füllen.

5.5.3.2 Metallhydridspeicher einbauen (optional)

✓ Metallhydridspeicher (3 Stück)

Abb. 5-7 Metallhydridspeicher einbauen (linke Seite System)

1. Auf der linken Seite des Systems die drei Metallhydridspeicher mit den Ventilen voran in die Führungen schieben.

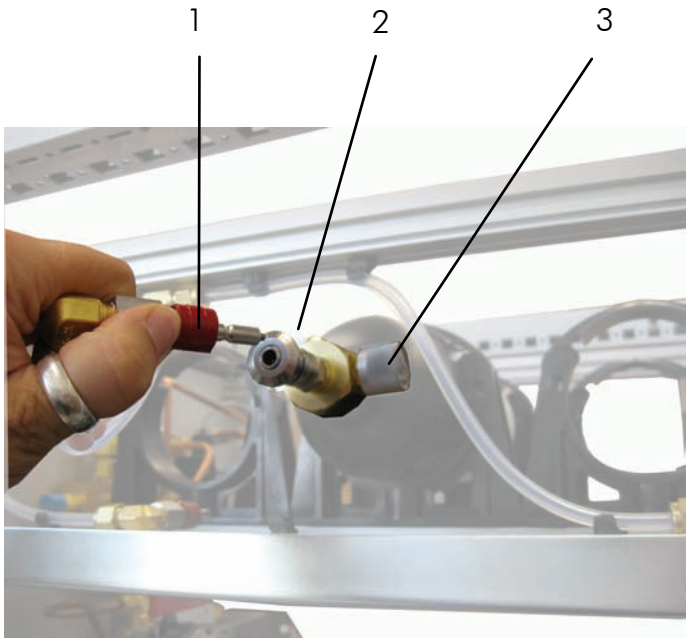


Abb. 5-8 Metallhydridspeicher anschließen (rechte Seite System)

2. Auf der rechten Seite des Systems die Schnellkupplungsstecker (1) der Gasleitung des Systems jeweils in die Schnellkupplungs-

anschlüsse der Metallhydridspeicher (2) stecken. Dabei auf das vollständige Einrasten des Schnellkupplungssteckers (Klickgeräusch) achten.

3. Absperrventile (3) an den Metallhydridspeichern gegen den Uhrzeigersinn (entgegen Pfeilrichtung) aufdrehen.
4. Am Manometer auf der Frontseite des Systems den Wasserstoffdruck prüfen. Der Druck sollte größer als 1 bar sein.

↳ Die Metallhydridspeicher sind eingebaut.

TIPP

Bei einem der Wasserstoffdruck im Metallhydridspeicher-Modul von unterhalb 1 bar:

➔ Metallhydridspeicher im Modul gleichzeitig oder jeden Metallhydridspeicher außerhalb des Moduls separat befüllen, siehe *METALLHYDRIDSPEICHER BEFÜLLEN* auf Seite 55. .

5.5.3.3 Helium aus Metallhydridspeicher abblasen (nur gütlig für Metallhydridspeicher, die in Europa ausgeliefert wurden)

So blasen Sie das Helium, das mit Überdruck in der Flasche gespeichert ist, ab:

1. Schnellkupplungsbrücke in Metalhydridspeicher-Modul stecken.
2. Absperrventile der Metallhydridspeicher öffnen.
3. Ventil der Schnellkupplungsbrücke mit der Hand oder einem harten Gegenstand (kein Metall!) für ca. 1 Minute eindrücken.
4. Absperrventile der Metallhydridspeicher schließen.
5. Schnellkupplungsbrücke entfernen.

↳ Das Helium ist abgeblasen.

5.5.3.4 Metallhydridspeicher-Modul mit dem Brennstoffzellen-Modul verbinden (optional)

✓ Schnellkupplungsbrücke

✓ Magnetventil-Steuerleitung

✓ Metallhydridspeicher sind eingebaut

1. Mit der Schnellkupplungsvbrücke *Hydrogen OUT* des Metallhydridspeicher-Moduls mit *Hydrogen IN* des Brennstoffzellen-Moduls verbinden (auf der Frontseite des Systems).

2. Mit der Magnetventil-Steuerleitung (grau) den Anschluss *Solenoid Valve* des Brennstoffzellen-Moduls mit dem Anschluss *Solenoid Valve* des Metallhydridspeicher-Moduls verbinden.

↳ Metallhydridspeicher-Modul und Brennstoffzellen-Modul sind miteinander verbunden.

5.5.3.5 Metallhydridspeicher befüllen (optional)

Die Befüllung der Metallhydridspeicher findet direkt im Metallhydridspeicher-Modul für sämtliche Metallhydridspeicher statt.

So befüllen Sie die Metallhydridspeicher:

Metallhydridspeicher-Modul befüllen

- ✓ Wasserstoff-Druckgasflasche
- ✓ Flaschenhalter
- ✓ Druckminderer
- ✓ Steckernetzteil für Magnetventil-Steuerleitung
- ✓ Metallhydridspeicher befinden sich im Metallhydridspeicher-Modul
- ✓ Maulschlüssel 30 mm (nur bei BS341 Nr. 4 / CGA350)

1. Wasserstoff-Druckgasflasche auf einem ebenen und stabilen Untergrund aufstellen.
2. Wasserstoff-Druckgasflasche mit dem mitgelieferten Flaschenhalter an einem geeigneten, stabilen Gegenstand (z. B. Tisch) befestigen.
3. Sicherstellen, dass keine Schmutzablagerungen (Staub, Späne etc.) auf dem Anschluss der Wasserstoff-Druckgasflasche und des Druckminderers sind, ggf. mit einem trockenen Tuch abwischen.

> ⚠ **VORSICHT**
>
> **Wasserstoff-Druckgasflasche steht unter Druck!**
>
> Verletzungen von Personen, wenn Gasstrahl auf sie gerichtet ist.
>
> ➔ Gasstrahl nicht auf Personen richten.

4. Flaschenventil vorsichtig für ca. 1 Sekunde öffnen, um Verunreinigungen abzublasen.
5. Handregler des Druckminderers gegen den Uhrzeigersinn bis zum linken Anschlag zudrehen.
6. Schutzkappe vom Eingangsanschluss des Druckminderes entfernen, Schutzkappe aufbewahren.

Bei DIN 477-1:

7. Überwurfmutter des Druckminderers handfest auf den Flaschenanschluss schrauben. Linksgewinde beachten.

Bei BS341 Nr. 4 / CGA350:

7. Mithilfe eines Maulschlüssels den Druckminderer fest mit dem Flaschenanschluss verbinden.

HINWEIS

Wasserstoffüberdruck!

Zerstörung des Druckminderers, lautes Pfeifen.

➔ Hinterdruck vorerst nicht höher als 1–5 bar einstellen.

8. Absperrventil der Wasserstoff-Druckgasflasche öffnen und mit dem Handregler des Druckminderers einen Hinterdruck (rechtes Manometer) von 1 bar einstellen.
9. Magnetventil-Steuerleitung (grau) des Druckminderers mit Steckernetzteil verbinden und Steckernetzteil an Stromversorgung anschließen.

↳ Das Magnetventil öffnet sich.

10. Ventil der Wasserstoff-Schnellkupplungsverbindung mit der Hand oder einem harten Gegenstand (kein Metall!) für ca. 2 Sekunden eindrücken.

↳ Die Anschlussleitung wird mit Wasserstoff gespült.

11. Wasserstoff-Schnellkopplungsverbindung des Druckminderers an die *Hydrogen IN* Schnellkupplung des Metallhydridspeicher-Moduls anschließen.
12. Absperrventile der Metallhydridspeicher öffnen (rechte Seite des Systems).

VORSICHT

Überdruck im Metallhydridspeicher!

Verletzungen und Sachschäden durch Bersten des Behälters.

➔ Druck **nicht** höher als 15 bar einstellen.

➔ Behälter **nicht** erwärmen.

➔ Behälter während des Befüllens **nicht** unter Umgebungstemperatur kühlen.

13. Durch Drehen am Handregler des Druckminderers den Hinterdruck schrittweise auf 13–15 bar erhöhen.

TIPP

Beim ersten Befüllen ist es nicht notwendig, den Metallhydridspeicher vollständig zu füllen.

➔ Befüllen Sie den Metallhydridspeicher nur teilweise, warten Sie 10 Minuten, damit der Wasserstoff das restliche Helium ausreichend verdrängen kann.

➔ Fahren Sie mit dem Befüllen fort.

➔ Verbrauchen Sie den Wasserstoff und befüllen Sie erneut den Metallhydridspeicher.

TIPP

Der Metallhydridspeicher erwärmt sich bei erfolgreicher Absorption des Wasserstoffs. In der Regel wird eine Temperatur von 50 °C nicht überschritten. Eine Kühlung während des Befüllens ist nicht erforderlich. Es empfiehlt sich jedoch, die Reaktionswärme gezielt durch Luftventilation abzuführen, um den Befüllvorgang zu beschleunigen.

Die Temperatur des Metallhydridspeichers jedoch nicht unter Raumtemperatur fallen lassen.

Wenn der Speicher wieder seine Ausgangstemperatur angenommen hat (am Speicher prüfen), den Befüllvorgang beenden:

14. Flaschenventil der Wasserstoff-Druckgasflasche schließen.

15. Absperrventile der Metallhydridspeicher schließen.

↳ Der Befüllvorgang ist beendet.

16. Wasserstoff-Schnellkupplungsverbindung des Druckminderers vom Metallhydridspeicher-Modul trennen.

VORSICHT

Funkenschlag!

Explosion durch Entzündung von Wasserstoff, Gefahr von Verletzungen.

➔ Den Stift des Ventils der Wasserstoff-Schnellkupplungsverbindung des Druckminderers **nicht** mit metallischen Gegenständen eindrücken.

17. Das Ventil der Wasserstoff-Schnellkupplungsverbindung des Druckminderers mit einem harten Gegenstand eindrücken (kein Metall!), um den restlichen Wasserstoff ausströmen zu lassen.
18. Sicherstellen, dass beide Manometer 0 bar anzeigen.
19. Das Steckernetzteil von der Magnetventil-Steuerleitung trennen.

HINWEIS

Überdruck im Druckminderer!

Zerstörung des Dichtungsrings am Flaschenanschluss.

➔ Ventil des Kupplungssteckers des Druckminderers mit einem harten Gegenstand eindrücken, um den restlichen Wasserstoff ausströmen zu lassen.

20. Handregler des Druckminderers bis zum linken Anschlag drehen.

↳ Das Ventil des Druckminderers ist geschlossen.

21. Druckminderer vom Ventil der Wasserstoff-Druckgasflasche abschrauben.

5.6 Elektrische Verbindungen

Folgende elektrische Verbindungen am Nexa®-Lernsystem müssen hergestellt werden:

- Datenschnittstelle des Brennstoffzellen-Moduls
- Datenschnittstelle des Durchflussmessers
- USB-Kabel
- Anschluss Hilfsspannung Power-Management-Modul

- Anschluss Batterien
- Leistungseingang des Power-Management-Moduls
- Starthilfsspannung für das Brennstoffzellen-Modul
- Netzanschluss
- Elektronische Last (optional)

> ⚠ **WARNUNG**
>
> **Beschädigte Kabel!**
>
> Gefahr von schweren Verletzungen durch Stromschlag.
>
> ➔ Kabel vor Benutzung auf Unversehrtheit prüfen und defekte Kabel aussortieren.

5.6.1 Datenschnittstelle Brennstoffzellen-Modul anschließen

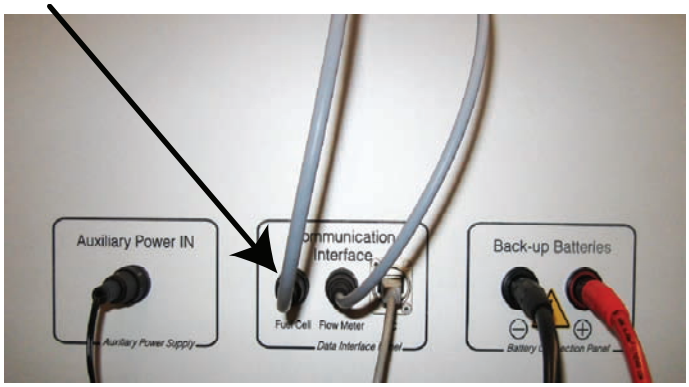


Abb. 5-9 Datenschnittstelle des Brennstoffzellen-Moduls an System anschließen

➔ Das von der Brennstoffzelle kommende 12-polige Kabel an den Eingang *Fuel Cell* am *Data Interface Panel* auf der Rückseite des Systems anschließen.

5.6.2 Datenschnittstelle Durchflussmesser anschließen

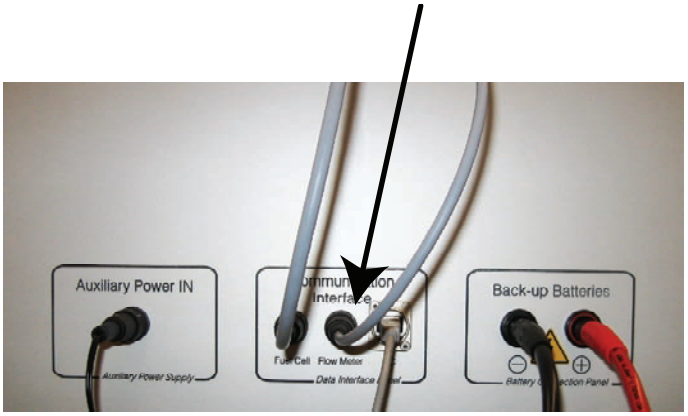


Abb. 5-10 Datenschnittstelle des Durchflussmessers an System anschließen

➔ Das vom Durchflussmesser kommende 6-polige Kabel an den Eingang *Flow Meter* am *Data Interface Panel* auf der Rückseite des Systems anschließen.

5.6.3 USB-Kabel anschließen

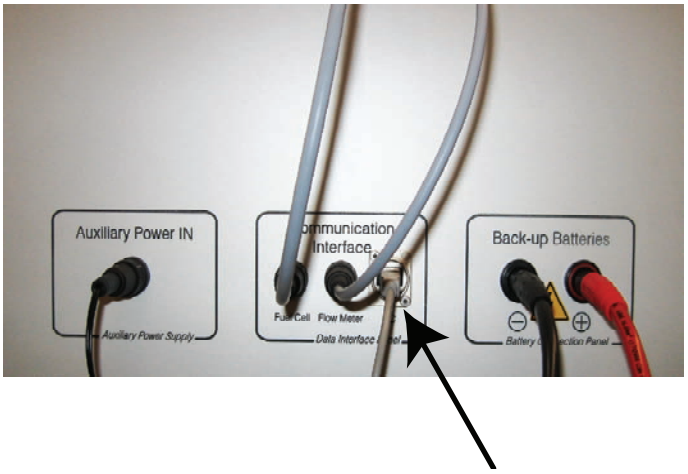


Abb. 5-11 Datenausgang des Systems an PC anschließen

➔ Datenausgang des Nexa®-Lernsystems am *Data Interface Panel* auf der Rückseite des Systems mit dem USB-Anschluss des PC verbinden.

5.6.4 Hilfsspannung Power-Management-Modul anschließen

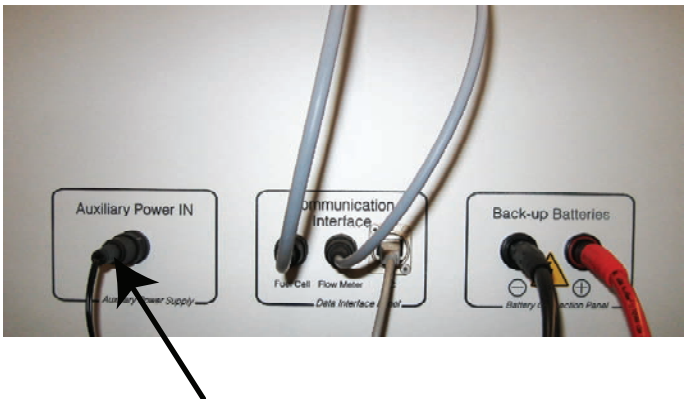


Abb. 5-12 Hilfsspannung Power-Management-Modul anschließen

➔ Das 2-polige Kabel an den Eingang *Auxiliary Power In* auf der Rückseite des Systems anschließen.

5.6.5 Batterien anschließen

- ✓ Multimeter
- ✓ Batterieanschlusskabel (je 2)
- ✓ Maulschlüssel (8 mm)
- ✓ Batterien über Kabelbrücke in Reihe geschlossen (s. Seite 47)

⚠ WARNUNG

Kurzschluss Batterie!

Schwere Verletzungen und Sachschäden durch Explosion.

➔ Batterie nicht kurzschließen.

Batterien prüfen

WARNUNG

Unterschiedliche Ladungszustände der Batterien!

Schwere Verletzungen und Sachschäden durch Explosion.

➔ Nur Batterien mit gleicher Ladespannung anschließen (maximale Abweichung 20 %)

1. Ladezustand der Batterien mit einem Multimeter prüfen, bevor Sie die Batterien an das Nexa®-Lernsystem anschließen. Die Spannung sollte bei beiden Batterien min. 14,5 V betragen und nicht mehr als 20 % voneinander abweichen.
2. Batterien laden, wenn der Wert darunter liegt.

So schließen Sie die Batterieanschlusskabel an die Batterien an:

TIPP

Verwenden Sie für die großen Batterien die Anschlusskabel mit den Ringkabelschuhen und für die kleinen Batterien die Anschlusskabel mit den Flachsteckverbindern.

Batterieanschlusskabel anschließen große Batterie (WP18-12)

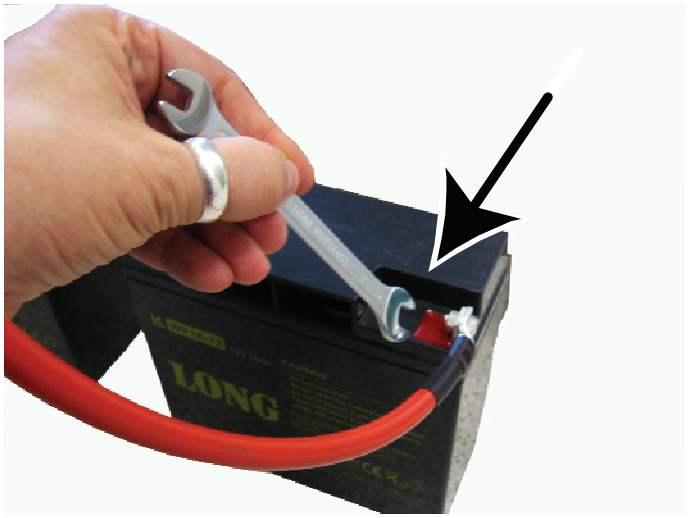


Abb.5-13 Batterieanschlusskabel anschließen

1. Rotes Batterieanschlusskabel an positiven Pol (rot markiert) der Batterie schrauben.

2. Schwarzes Batterieanschlusskabel an negativen Pol (schwarz markiert) der Batterie schrauben

oder

Batterieanschlusskabel anschließen kleine Batterie (WP1.9-12)

1. Rotes Batterieanschlusskabel an positiven Pol (rot markiert) der Batterie stecken.
2. Schwarzes Batterieanschlusskabel an negativen (schwarz markiert) der Batterie stecken.

Batterien an Power-Management-Modul anschließen

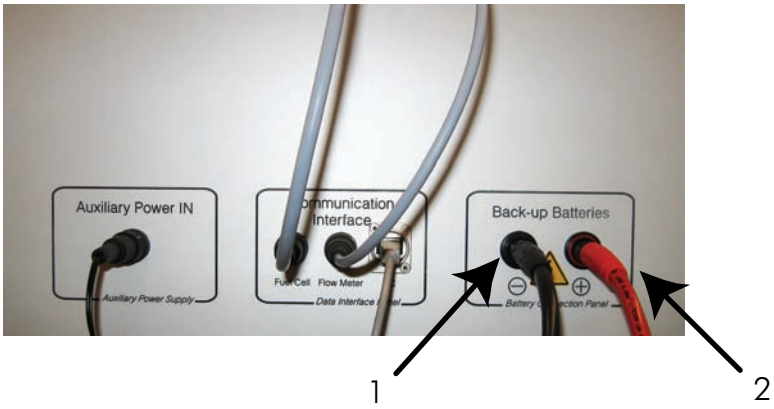


Abb. 5-14 Batterie anschließen

HINWEIS

Verpolung der Batterien!

Zerstörung des Gleichspannungswandlers.

➔ Batterien nicht verpolen.

3. Das rote von der Batterie kommende Kabel mit dem positiven Anschluss des *Battery Connection Panel* (2) verbinden.
4. Das schwarze von der Batterie kommende Kabel mit dem negativen Anschluss des *Battery Connection Panel* (1) verbinden.

TIPP

Zum Lösen der Leistungs-Steckverbindungen (1, 2), diese bis zum Anschlag eindrücken und dann herausziehen.

5.6.6 Leistungseingang Power-Management-Modul mit dem Brennstoffzellen-Modul verbinden

✓ Leistungs-Kabelsatz (40 cm)

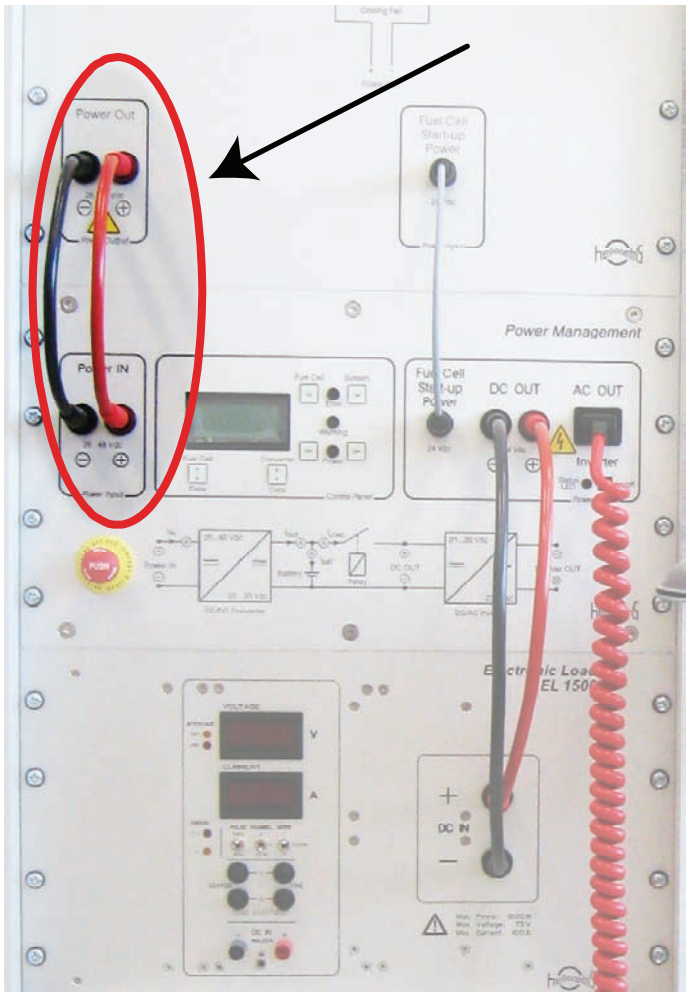


Abb. 5-15 Leistungseingang Power-Management-Modul mit dem Brennstoffzellen-Modul verbinden

1. Positiven Leistungsausgang *POWER OUT* (rot) des Brennstoffzellen-Moduls mit positivem Leistungseingang *POWER IN* (rot) des Power Management-Moduls verbinden.

↳ Beim langsamen Einführen der Kabel ertönt ein Klickgeräusch.

2. Negativen Leistungsausgang *POWER OUT* (schwarz) des Brennstoffzellen-Moduls mit negativem Leistungseingang *POWER IN* (schwarz) des Power-Management-Moduls verbinden.

↳ Beim langsamen Einführen der Kabel ertönt ein Klickgeräusch.

↳ Das Brennstoffzellen-Modul ist mit dem Power-Management-Modul verbunden.

5.6.7 Starthilfsspannung für das Brennstoffzellen-Modul anschließen

✓ Starhilfsspannungskabel (2-polig)

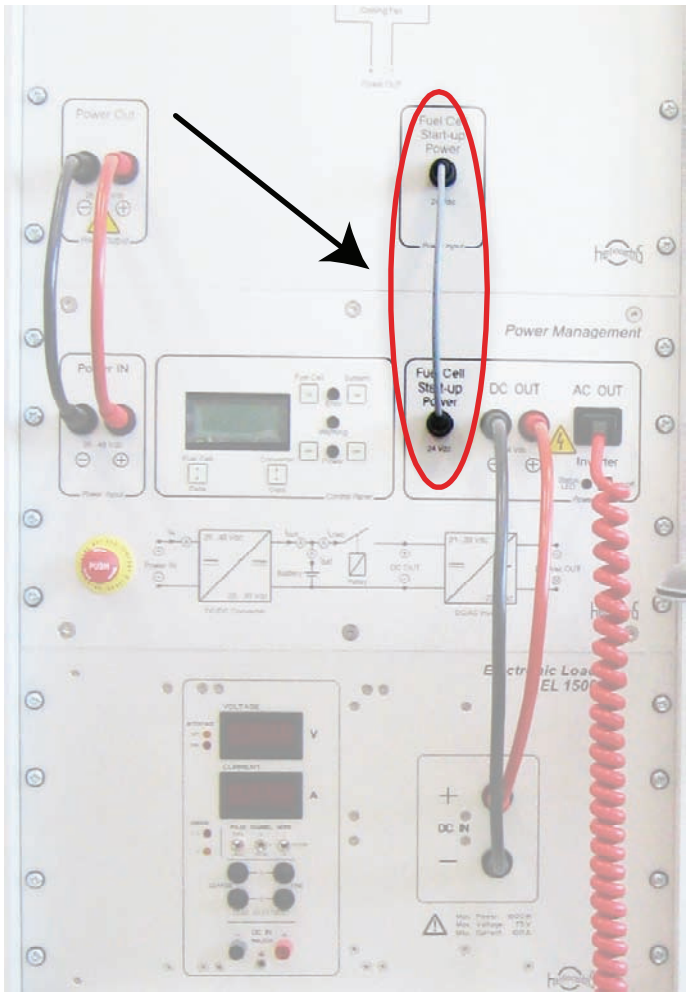


Abb. 5-16 Starthilfsspannung anschließen

➔ *Fuel Cell Auxiliary Power In* am Brennstoffzellen-Modul mit *Fuel Cell Auxiliary Power Out* am Power-Management-Modul verbinden.

5.6.8 Netzspannung an der Steckdosenleiste zuschalten

⚠ WARNUNG

Falsche Netzspannung!

Gefahr von Verletzungen und Sachschäden.

➔ Nur die auf dem Typenschild angegebene Netzspannung verwenden.

Abb. 5-17 Netzspannung zuschalten

✓ Alle elektrischen Verbindungen hergestellt

➔ Steckerleiste an die örtliche Netzversorgung anschließen und Netzspannung zuschalten.

5.6.9 Elektronische-Last-Modul (optional) anschließen

✓ Leistungskabelsatz (60 cm)

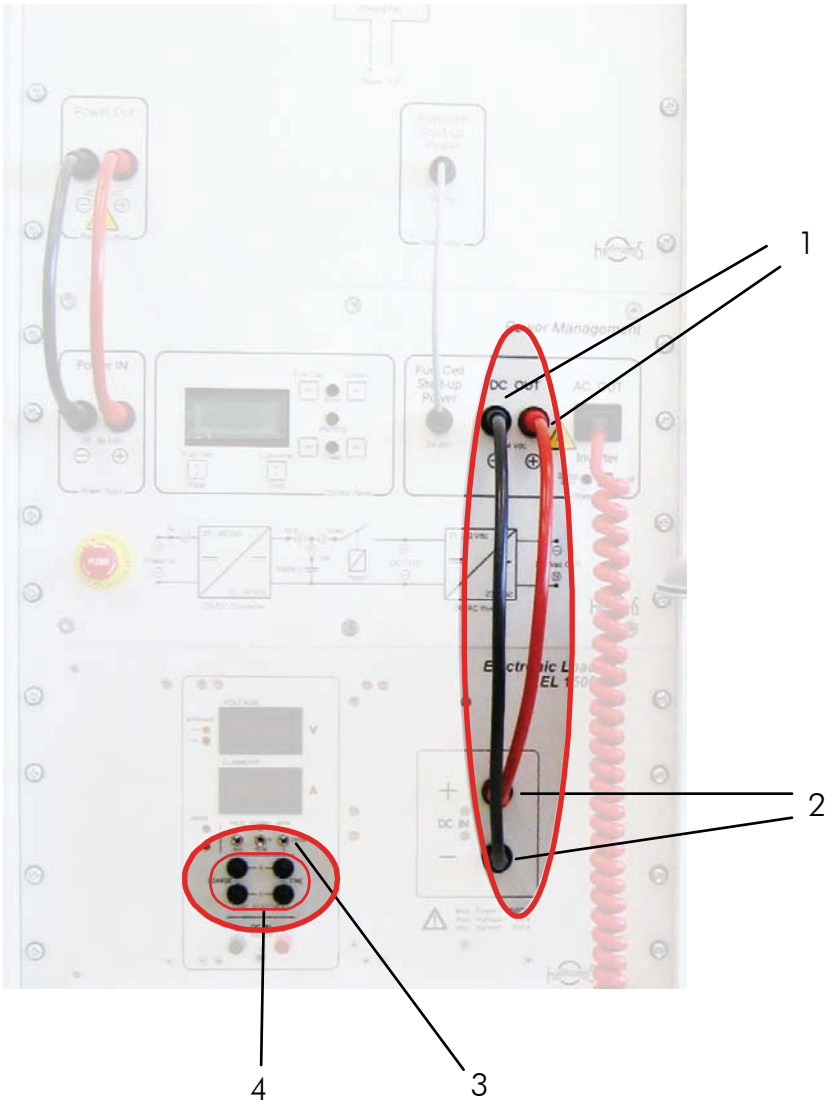


Abb. 5-18 Gleichspannungsausgang mit Elektronische-Last-Modul verbinden

1. Alle Drehregler (4) des Elektronische-Last-Moduls (auf der Frontseite) auf den linken Anschlag einstellen (d.h. keine Belastung ist eingestellt).
2. Auf der Frontseite den rechten 3-Stufen-Kippschalter *Mode* (3) auf die Mittelstellung *Extern* stellen.

Gleichspannungsausgang des Power-Management-Moduls mit Elektronische-Last-Modul verbinden

3. Auf der Frontseite des Systems mit Leistungskabelsatz (60 cm) den Gleichspannungsausgang *DC OUT* (1) des Power-Management-Moduls mit dem darunter befindlichen Gleichspannungseingang der elektronischen Last *DC IN* (2) verbinden.

↳ Das Elektronische-Last-Modul ist angeschlossen.

5.7 Wasserbehälter platzieren

Bei voller Leistung produziert das Nexa® Power Module 870 ml Wasser pro Stunde. Der Wasserbehälter kann ein Volumen von 2 l fassen.

TIPP

Theoretisch ist das an der Kathode einer Brennstoffzelle entstehende Wasser frei von Verunreinigungen. In der Praxis jedoch lösen sich bestimmte chemische Substanzen, die sich in der Luft befinden, schnell im Wasser auf. Als Folge davon ist die Leitfähigkeit des entstandenen Wassers im Allgemeinen größer als die Leitfähigkeit von reinem Wasser.

In den ersten 100 Betriebsstunden können schwarze Partikel im entstandenen Wasser zu sehen sein. Dies sind Silikone oder Silikate, die bei der Herstellung der Bipolarplatten entstehen können.

VORSICHT

Wasser im Kontakt mit elektrischen Komponenten!

Verletzungen und Sachschaden durch Kurzschluss.

- ➔ Wasserbehälter fern von elektrischen Anschlüssen aufstellen.
- ➔ Wasserbehälter gegen Umfallen sichern.
- ➔ Vorm Leeren des Wasserbehälters das Nexa®-Lernsystem stromfrei schalten.
- ➔ Wasserbehälter regelmäßig und rechtzeitig leeren.

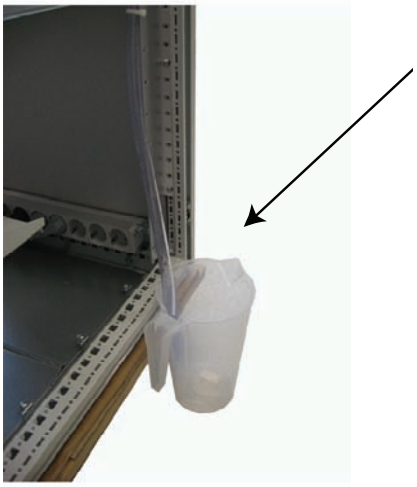


Abb. 5-19 Wasserbehälter platzieren

1. Behälter neben das System stellen.
2. Den Behälter gegen Umkippen sichern.
3. Schlauch aus Stack in den Behälter führen.

5.8 Nexa®-Lernsystem starten

So nehmen Sie das System in Betrieb:

- ✓ System ist montiert, siehe *MONTAGE* auf Seite 45
- ✓ Wasserstoffversorgung ist hergestellt, siehe, *WASSERSTOFFVERSORGUNG* auf Seite 48
- ✓ Elektrische Verbindungen sind hergestellt, siehe *ELEKTRISCHE VERBINDUNGEN* auf Seite 58.
- ✓ Software ist installiert und eingerichtet, siehe *PC UND SOFTWARE* auf Seite 70

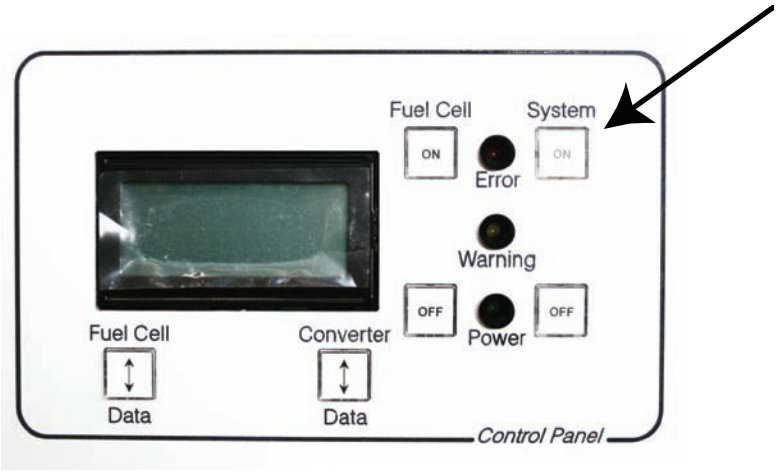


Abb. 5-20 Control Panel des Power-Management-Moduls

1. Prüfen, ob der Not-Aus-Taster gedrückt ist. Wenn ja: noch einmal drücken und in Pfeilrichtung drehen.
2. Taster *System On* am Control Panel des Power-Management-Moduls drücken.

↳ Der Gleichspannungswandler wird eingeschaltet und schließt bei ausreichender Batteriespannung das Relais zum Gleichspannungsausgang. Die Gleichspannung ist sofort verfügbar. Nach ca. 10–15 Sekunden wird das Brennstoffzellen-Modul automatisch gestartet, um die Batterien nachzuladen und den elektrischen Verbraucher direkt zu versorgen.

↳ Das Nexa®-Lernsystem ist betriebsbereit.

5.9 PC und Software

Auf dem mitgelieferten PC ist die Software bereits vorinstalliert.

5.9.1 Peripheriegeräte installieren

✓ Monitor ist angebracht, siehe *MONTAGE* auf Seite 45

✓ Maus, Tastatur

1. Die Tastatur in die Tastaturablage legen.
2. Maus auf die Mausablage legen.

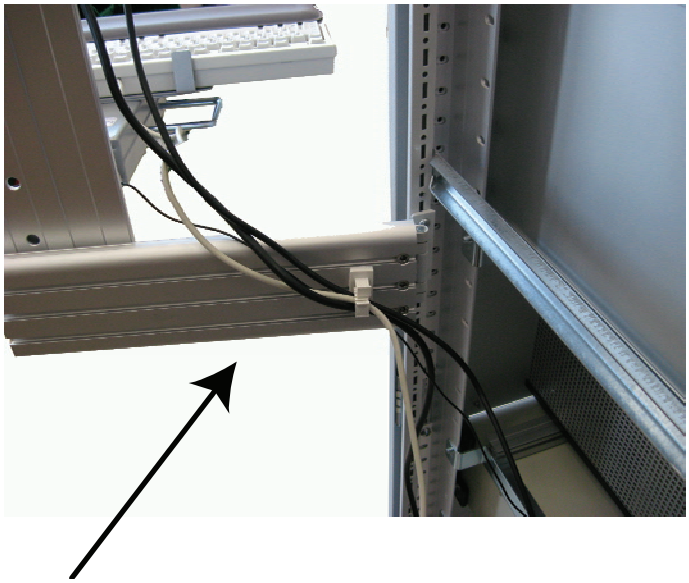


Abb. 5-21 Kabel befestigen

3. Die Kabel (auch das des Monitors) am Schwenkarm befestigen.
4. Maus, Tastatur und Monitor am PC anschließen.
5. Netzkabel des Monitors in die Steckerleiste stecken.
6. Steckerleiste auf der Rückseite des Nexa®-Lernsystems anschalten.

5.9.2 Software starten

PC hochfahren

1. Monitor anschalten.
2. PC starten (der Startknopf befindet sich hinter der rechten Klappe auf der Frontseite).

↳ Der PC fährt hoch.

So starten Sie die Nexa Training System Software:

3. Im Windows-Startmenü Programme *Nexa Training System V 1.3* klicken.

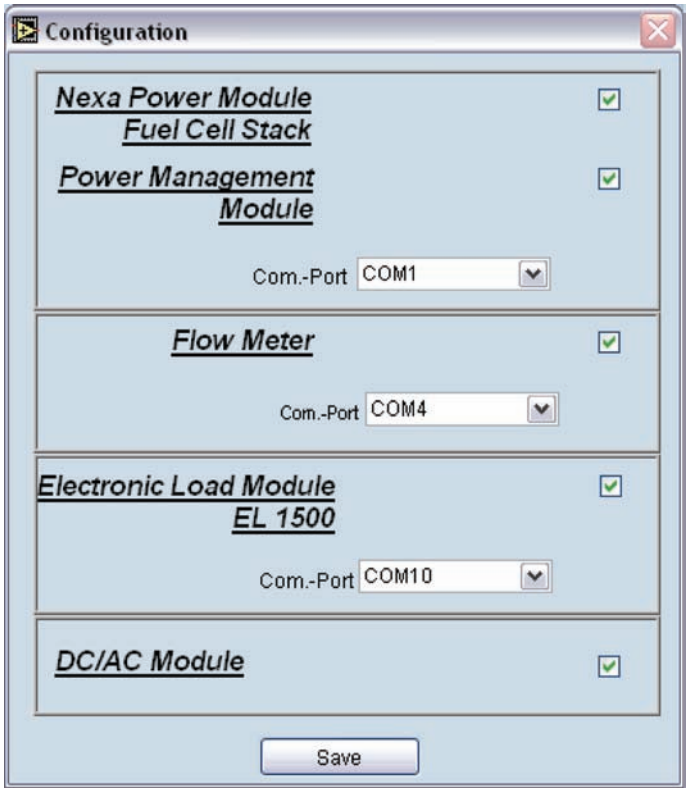


Abb. 5-22 Fenster Configuration

↳ Das Pop-up Fenster *Configuration* öffnet sich.

Einstellungen vornehmen

TIPP

Die Konfiguration ist werksseitig voreingestellt und muss zum ersten in Betrieb nehmen nicht eingestellt werden. Bei Änderungen der Systemeinstellungen können sich Änderungen der COM-Port Bezeichnungen ergeben.

Wählen Sie Ihre in das Nexa®-Lernsystem integrierten Module aus:

4. Die Checkboxen der gewünschten Module klicken.

↳ Im Drop-down-Feld wird eine Auswahl der Com.-Ports angezeigt.

TIPP

Sollten keine bzw. nicht ausreichend Com.-Ports in dem Drop-down-Feld erscheinen, stellen Sie bitte sicher, dass alle Kommunikationsschnittstellen ordnungsgemäß installiert sind. Überprüfen Sie dazu die Angaben im Gerätemanager des Betriebssystems. Bei einigen Computerkonfigurationen können die Bezeichnungen der Schnittstellen abweichen. Die üblichen Bezeichnungen der seriellen Schnittstellen „COM1“, „COM2“ usw. sind dann analog als „ASRL1::INSTR“, „ASRL2::INSTR“ usw. bezeichnet. Dabei entspricht die Angabe „ASRL10::INSTR“ dem Druckerport „LPT1“.

5. Die entsprechenden Com.-Ports im Drop-down-Feld auswählen.
6. Button *Save* klicken.

↳ Die Einstellungen werden gespeichert.

Die Einstellungen werden in eine Konfigurationsdatei geschrieben und beim nächsten Neustart geladen, so dass keine erneute Einstellung der Konfiguration vorgenommen werden muss.

↳ Das Pop-up Fenster schließt sich.

TIPP

Bei jedem Neustart erscheint das Pop-up Fenster erneut, hat jedoch die jeweils bei der letzten Einstellung eingegebene Konfiguration geladen. Sie müssen keine Änderungen vornehmen, es sei denn, Sie ändern die Systemeinstellung.

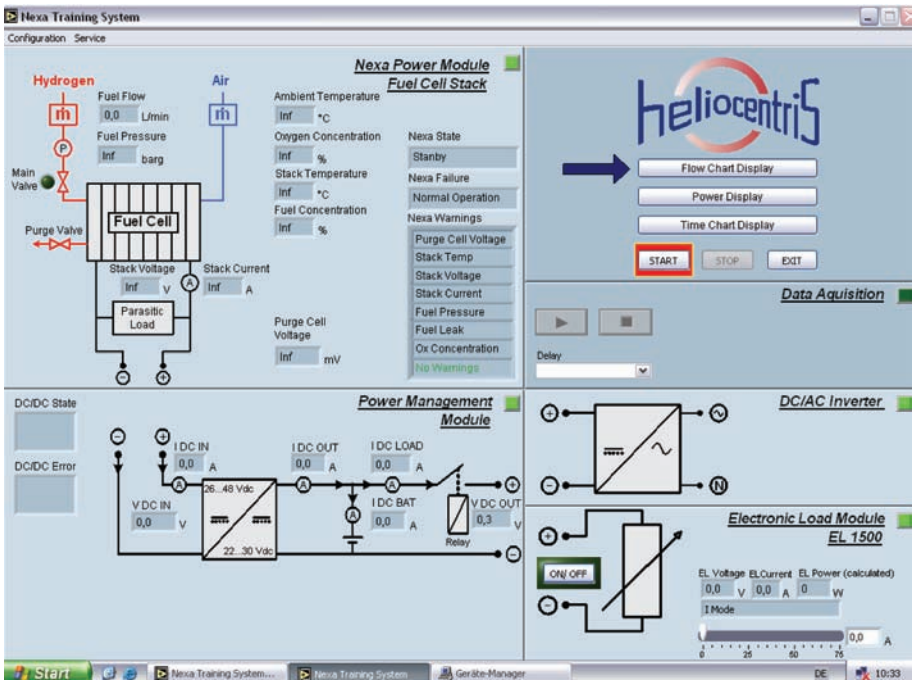


Abb. 5-23 Startbildschirm Nexa Training System Software

Kommunikation herstellen

So stellen Sie die Kommunikation von System und Software her:

➔ Button START klicken.

↳ Der Button vergraut. Die Kommunikation von Software und System ist hergestellt.

6 Bedienung

Das Nexa®-Lernsystem wird über das Power-Management Modul gesteuert.

Die mitgelieferte Software dient der Visualisierung der Daten, siehe *NEXA® TRAINING SYSTEM SOFTWARE* auf Seite 31 sowie der Einstellung der Parameter für den Gleichspannungswandler und des Betriebsart des Elektronische-Last-Moduls (optional).

Wenn das System gestartet wurde, siehe *NEXA®-LERNSYSTEM STARTEN* auf Seite 69, werden im Display des Power-Management-Moduls verschiedene Parameter angezeigt.

- Betriebsparameter Brennstoffzelle
- Betriebsparameter Gleichspannungswandler

Im weiteren Verlauf dieses Kapitels werden die Betriebsabläufe dargestellt.

6.1 Betriebsparameter Brennstoffzelle

Im Display des Power-Management-Moduls werden in der beiden **oberen Zeilen** folgende Status / Parameter des Brennstoffzellen-Moduls angezeigt:

Erste Zeile	Zweite Zeile	Bedeutung
Nexa State	Standby	Betriebsbereit
	Start Up	Start
	Normal Operation	Normalbetrieb
	Normal Shutdown	Normales Herunterfahren
	Failure Shutdown	Herunterfahren bei Fehler
	Warning	Warnung / Fehler
	Non-Restartable	Ausnahmefehler
Stack Temperature	… °C	Brennstoffzellen-Stack-Temperatur
Stack Voltage	… V	Brennstoffzellen-Stack-Spannung
Stack Current	… A	Brennstoffzellen-Stack-Strom

Erste Zeile	Zweite Zeile	Bedeutung
Fuel Pressure	… bar	Wasserstoffdruck
Fuel Leak	… Vol %	Wasserstoffleck
Fuel Consumption	… l	Wasserstoff-Verbrauch
Oxygen Concentration	… %	Sauerstoffkonzentration
Air Temperature	… °C	Lufttemperatur
Purge Cell Voltage	… V	Spülzellenspannung

Tabelle 6-1 Betriebsparameter Gleichspannungswandler

So können Sie die Parameter abrufen:

➔ Taster *Fuel Cell Data* drücken, bis gewünschter Parameter im Display erscheint.

Normalbetrieb (Normal Operation)

Nach dem Einschalten des Systems wird das Brennstoffzellen-Modul zum Laden der Batterien automatisch zugeschaltet. In Abhängigkeit vom Ladezustand der Batterien und der Einstellungen des Gleichspannungswandlers werden die Batterien über eine festgelegte Zeit geladen. Ist eine bestimmte Batteriespannung erreicht, ein bestimmter Ladestrom unterschritten und eine vordefinierte Erhaltungsladungszeit überschritten, geht das Brennstoffzellen-Modul automatisch in den Standby-Zustand über. Diese Einstellungen können geändert werden, siehe E*INSTELLUNGEN FÜR DEN GLEICHSPANNUNGSWANDLER* ändern auf Seite 81.

Das Gesamtsystem befindet sich dann ebenfalls im Standby Zustand.

Standby

Im Standby-Zustand bleibt der Gleichspannungsausgang des Power-Management-Moduls freigeschaltet. Elektrische Verbraucher werden direkt aus der Batterie versorgt. Die Systemsteuerung überwacht ständig die Batteriespannung und schaltet das Brennstoffzellen-Modul bei Unterschreitung eines einstellbaren Spannungs-Grenzwerts automatisch wieder zu. In diesem Fall geht das System wieder in den Normalbetrieb über.

Zusätzlich besteht die Möglichkeit, das Brennstoffzellen-Modul manuell über die Tasten *Fuell Cell ON* und *Fuel Cell OFF* ein- und auszuschalten.

6.2 Betriebsparameter Gleichspannungswandler

Im Display des Power-Management-Moduls werden in den beiden **unteren Zeilen** folgende Status / Parameter des Gleichspannungswandlers angezeigt:

Dritte Zeile	Vierte Zeile	Bedeutung
Phase	Start	Start
	Standby	Betriebsbereit
	I-Charge	Stromladungsbetrieb
	U-Charge	Spannungsladungsbetrieb
	t-Charge	Nachladezeit
	Shutdown	Herunterfahren
	Error	Fehler
Input Voltage	… V	Ausgangsspannung Brennstoffzellen-Modul
Battery Voltage	… V	Ausgangsspannung Gleichspannungswandler
Battery Current	… A	Ausgangsstrom Gleichspannungswandler
V_Charge_Min	… V	Minimale Batteriespannung
V_Charge_Max	… V	Maximale Batteriespannung
I_Charge_Max	… A	Maximaler Ausgangsstrom Gleichspannungswandler
I_Change	… A	Minimaler Batterieladestrom
Reload Time	… min	Nachladezeit
DC/DC Failure (nur wenn Fehler vorliegt)	0x….	Fehlermeldung, siehe *FEHLERMELDUNGEN* auf Seite 91

Tabelle 6-2 Betriebsparameter Brennstoffzelle

So können Sie die Parameter abrufen:

➔ Taster *Converter Data* drücken, bis gewünschter Parameter im Display erscheint.

Die Betriebsparameter des Gleichspannungswandlers können Sie in der Software ändern, siehe *EINSTELLUNGEN FÜR DEN GLEICHSPANNUNGSWANDLER* ändern auf Seite 81.

Zusätzlich zu den Anzeigen im Display geben die drei LEDs auf dem Control Panel Auskunft über den Status des Systems:

LED	Status	Bedeutung
Grün (Power)	Leuchtet	Normalbetrieb / Start
Grün (Power)	Langsames Blinken	System im Standby
Grün (Power)	Schnelles Blinken	System fährt herunter
Gelb (Warning)	Leuchtet	Warnung
Rot (Error)	Leuchtet	Fehler

Tabelle 6-3 Status LEDs

6.3 Aufzeichnung der Daten aktivieren

Um die akquirierten Daten separat auswerten zu können, haben Sie die Möglichkeit, die Daten aufzeichnen zu lassen.

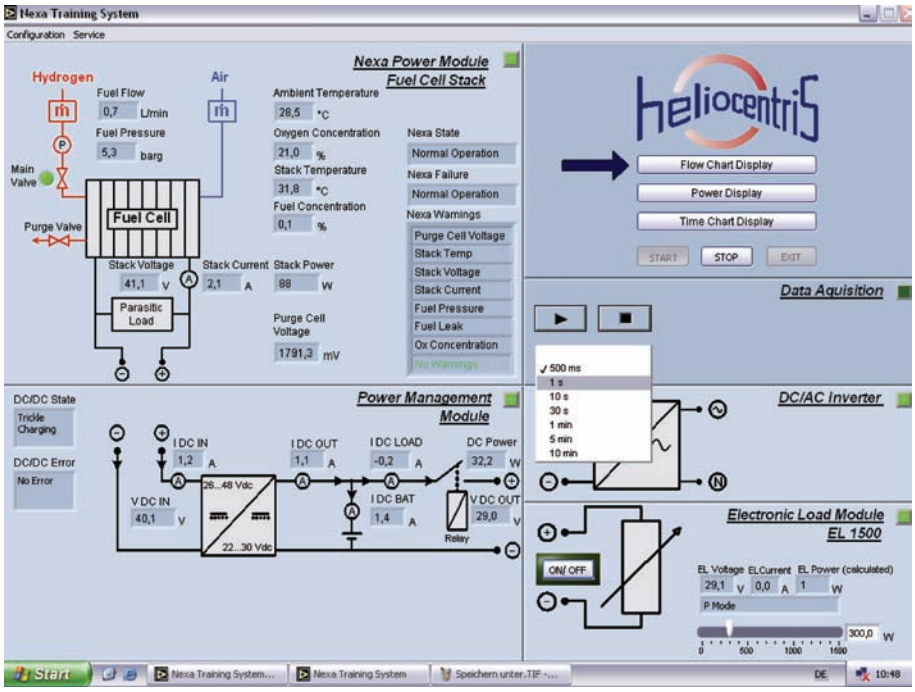


Abb. 6-1 Daten aufzeichnen

So aktivieren Sie die Aufzeichnung Ihrer Daten:

1. Auf das Drop-down-Feld klicken.
2. Das gewünschte Zeitintervall einstellen, mit dem die Aufzeichnung durchgeführt werden soll, z. B. 30 s.

Die Buttons ▶ / ■ sind nicht mehr ausgegraut.

3. Button ▶ klicken.

↳ Die Datenmitschrift beginnt.

So beenden Sie die Aufzeichnung:

1. Button ■ klicken.

↳ Die Datenmitschrift wird beendet. Ein Pop-up Fenster erscheint.

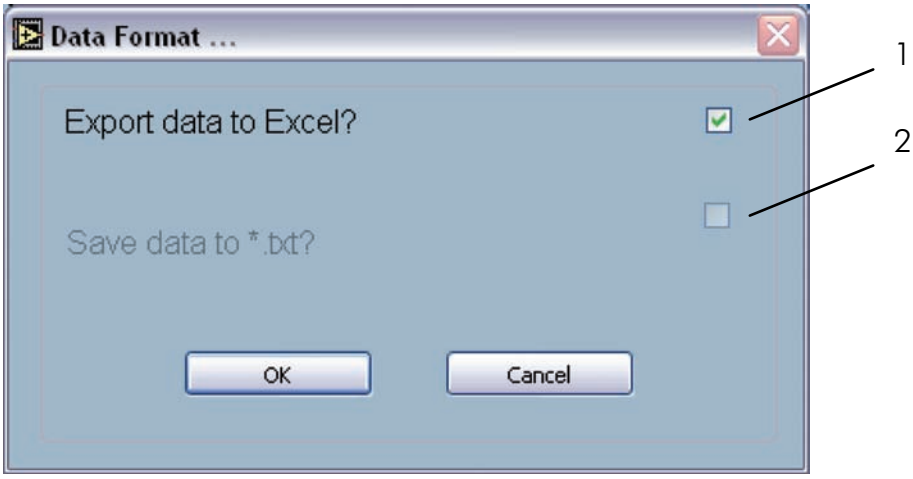


Abb. 6-2 Pop-up Fenster Data Format...

2. Checkbox des gewünschten Ausgabeformats auswählen:
   - (1) für Ausgabe als Excel Datei

     oder
   - (2) für Ausgabe als Text Datei.
3. Mit *OK* bestätigen.

↳ Ein weiteres Fenster erscheint und fragt den entsprechenden Pfad und Dateinamen ab.

TIPP

Verwenden Sie eindeutige Dateinamen, damit Sie die Daten jederzeit zuordnen können.

4. Gewünschten Pfad und Dateinamen angeben und mit Button *Save* abspeichern.

↳ Die Datenmitschrift ist gespeichert.

6.4 Einen Wechselspannungsverbraucher anschließen

An den Wechselspannungsausgang am Brennstoffzellen-Modul kann ein 230 V Wechselspannungsverbraucher mit bis zu 1500 W (in Spitzen bis zu 3000 W) angeschlossen werden.

So schließen Sie einen Wechselspannungsverbraucher an:

✓ Rote Spiral-Anschlussleitung

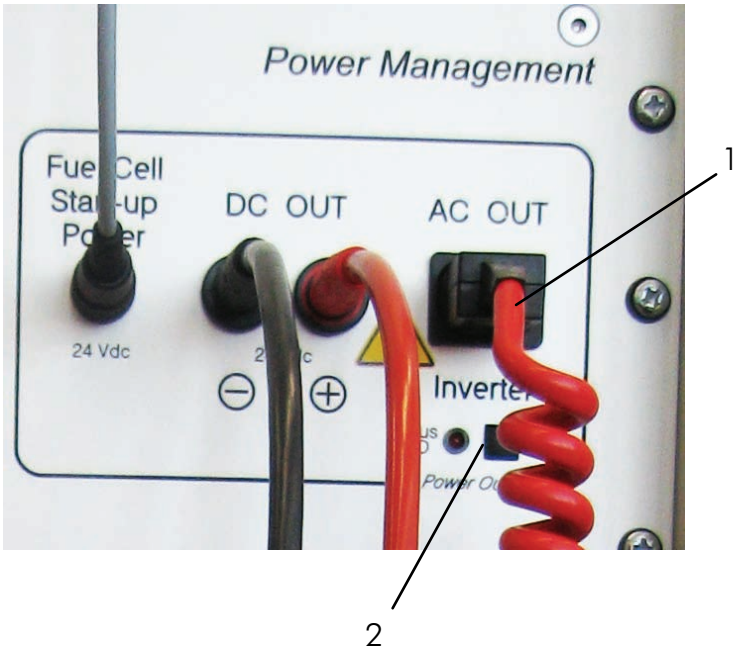


Abb. 6-3 Einen Wechselspannungsverbraucher anschließen

1. Rote Spiral-Anschlussleitung (1) in den Wechselspannungs-Leistungsausgang stecken.
2. Taster *Inverter ON / OFF* (2) drücken.

↳ Die Inverter-Status LED leuchtet. Sie können einen Verbraucher anschließen.

Bei Unterschreitung einer Batteriespannung von 21 V schaltet der Wechselrichter automatisch ab. Wenn die Batteriespannung 21 V wieder überschreitet, schaltet sich der Wechselrichter wieder ein.

6.5 Einstellungen für den Gleichspannungswandler ändern

Mit dem Gleichspannungswandler wird das Laden der Batterie mit dem Brennstoffzellen-Modul geregelt.

Während des Betriebs der Brennstoffzelle lädt der Gleichspannungswandler strom- und spannungsbegrenzt die Batterien. Er erhöht zum Laden der Batterien die Ausgangsspannung, bis die maximale Batteriespannung (*Maximum Battery Voltage*) erreicht ist. Währenddessen wird der voreingestellte maximale Ladestrom (*Maximum Battery Current*) niemals überschritten.

Ist die maximale Batteriespannung erreicht, wird das Spannungsniveau konstant gehalten und der Ladestrom nimmt mit zunehmendem Ladezustand der Batterie ab. Unterschreitet der Strom den als minimalen Ladestrom definierten Grenzwert (*Current for Changing*), wird die Spannungsladung für die angegebene Zeit (*Reload Time*) fortgesetzt. Anschließend wird die Brennstoffzelle abgeschaltet. Bei Unterschreitung der eingestellten minimalen Batteriespannung (*Minimum Battery Voltage*) wird die Brennstoffzelle zum Laden der Batterie wieder zugeschaltet.

So ändern Sie die Einstellungen für den Gleichspannungswandler:

1. In der Menüleiste der Nexa® Training System Software *Configuration* anwählen und aus dem Drop-Down-Feld *Power Management Module* auswählen.

↳ Das Pop-up Fenster *Settings DCDC* erscheint.

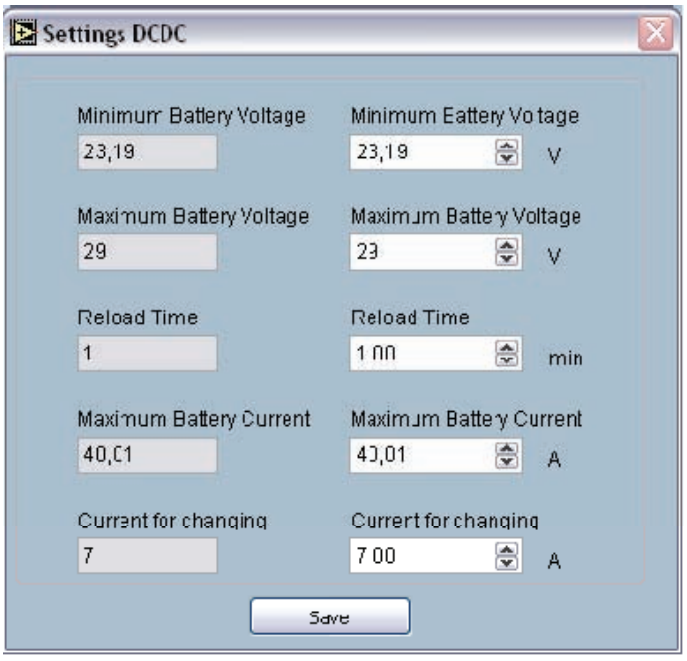


Abb. 6-4 Settings DCDC

2. Mit den Pfeiltasten gewünschten Wert für die Parameter einstellen.
3. Wenn alle Werte eingestellt sind: Button *Save* klicken.

↳ Die Einstellungen werden übernommen und das Pop-up Fenster schließt sich.

↳ Das System wird mit den übernommenen Einstellungen betrieben.

6.6 Das Elektronische-Last-Modul (optional) verwenden

Bei der Verwendung des Elektronische-Last-Moduls, kann zwischen folgenden Betriebsarten gewählt werden:

- Stromkonstanter Betrieb (I-Mode)
- Widerstandkonstanter Betrieb (R-Mode)
- Leistungskonstanter Betrieb (P-Mode)

Im Stromkonstant-Betrieb (I-Mode) regelt die elektronische Last den im Lastkreis fließenden Strom unabhängig von der an der Last anliegenden Spannung.

Im Widerstandskonstant-Betrieb (R-Mode) verhält sich die Last als ohmscher Widerstand. Der Strom, der durch die elektronische Last fließt, ist abhängig vom eingestellten Widerstandswert und von der Lastspannung.

Im Leistungskonstant-Betrieb (P-Mode) kann die Last wie ein Verbraucher mit konstanter Leistungsaufnahme fungieren.

6.6.1 Betriebsart des Elektronische-Last-Moduls einstellen

Sie können sowohl über die Software als auch am Panel Einstellungen vornehmen.

Mit der Software lassen sich folgende Betriebsarten einstellen:

- I-Mode
- R1-Mode (0,035–1 Ω)
- R2-Mode (1–20 Ω)
- P-Mode

Am Panel lassen sich folgende Betriebsarten einstellen:

- I-Mode
- R-Mode

> **TIPP**
>
> Wurde über das Menü keine Betriebsart festgelegt, arbeitet die Last per Voreinstellung im Stromkonstant-Betrieb (I-Mode).

In der Software

So ändern Sie die Betriebsart für das Elektronische-Last-Modul mit der Software:

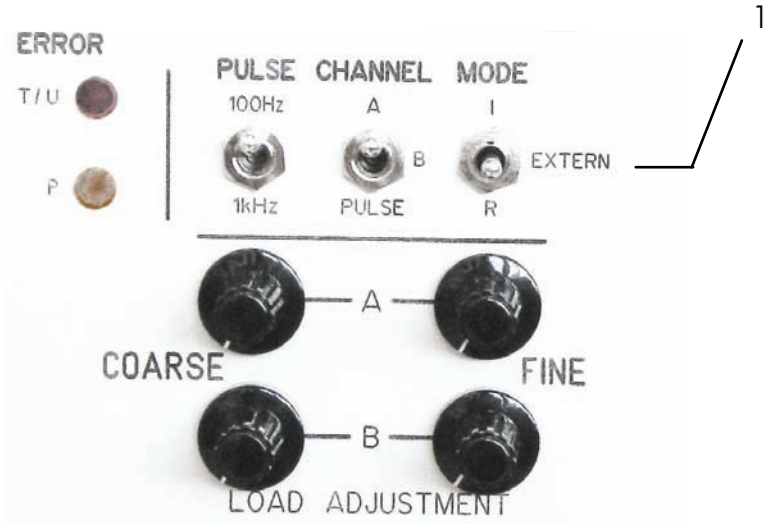


Abb. 6-5 Panel Elektronische-Last-Modul

1. Am Panel des Elektronische-Last-Moduls den Kippschalter *Mode* (1) auf *Extern* stellen.
2. In der Menüleiste der Nexa Training System Software *Configuration* anwählen und aus dem Drop-down-Feld *Electronic Load Module* auswählen.

↳ Das Pop-up Fenster *Settings Electronic Load Module* erscheint.

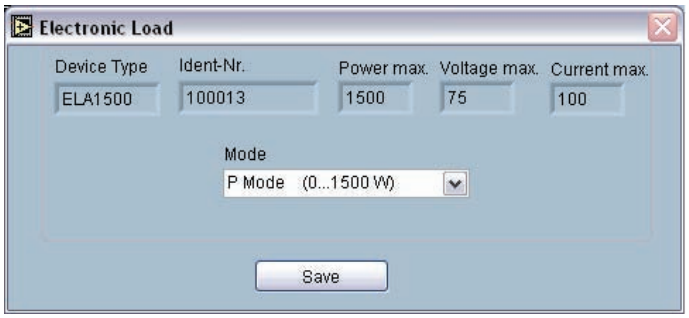


Abb. 6-6 Settings Electronic Load Module

3. In dem Drop-down-Feld die gewünschte Betriebsart auswählen.
4. Button *Save* klicken.

↳ Die Einstellungen werden übernommen und das Pop-up Fenster schließt sich.

Am Panel

So ändern Sie die Betriebsart für das Elektronische-Last-Modul am Panel:

➔ Am Panel den Kippschalter *Mode* (1) in die gewünschte Betriebsart stellen.

6.6.2 Sollwert für die elektronische Last einstellen

Sie können Einstellungen für das Elektronische-Last-Modul sowohl am Panel des Elektronische-Last-Moduls als auch in der Software vornehmen.

TIPP

Wurde über das Menü keine Betriebsart festgelegt, arbeitet die Last per Voreinstellung im Stromkonstant-Betrieb (I-Mode).

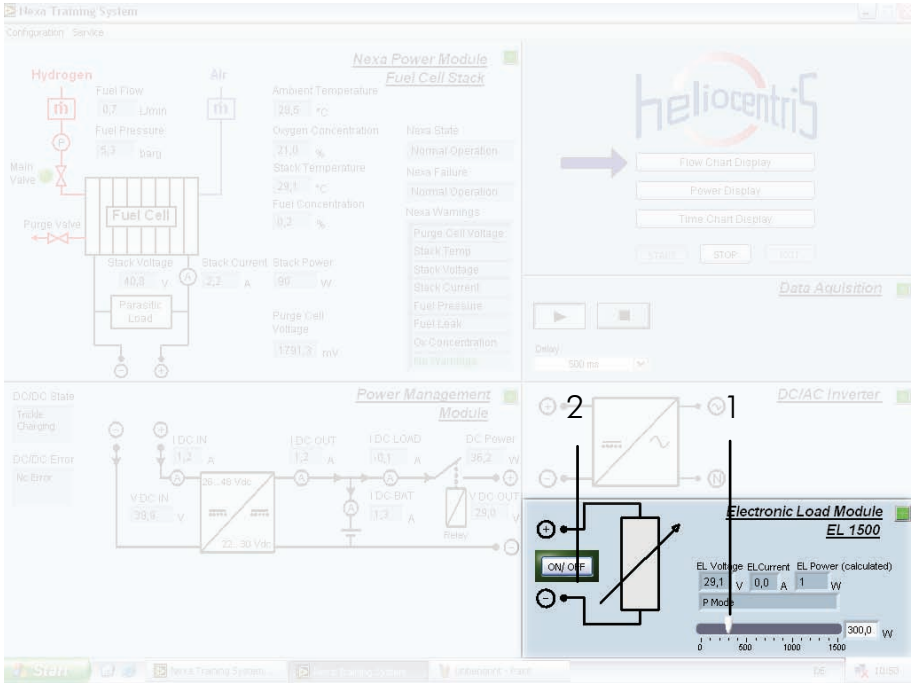


Abb. 6-7 Sollwert für elektronische Last einstellen

In der Software

So können Sie den Wert für die elektronische Last einstellen:

1. Slider (1) auf den gewünschten Wert schieben.

Der Wert wird neben der Slidebar angezeigt.

2. Button *ON / OFF* (2) klicken.

↳ Der Button wird grün umrandet und der in Schritt 1 gewählte Sollwert ist eingestellt.

Sie können den Sollwert jederzeit durch Schieben des Sliders während des Betriebs verändern.

> **TIPP**
>
> Sie können den Sollwert auch direkt in das neben dem Slider stehende Feld eingeben.

Am Panel

Am Panel können Sie zwei Sollwerte (A und B) eingeben. Mit der Position des Kippschalters *Channel* bestimmen Sie, welcher Sollwert angesteuert wird.

So ändern Sie die Betriebsart für das Elektronische-Last-Modul am Panel:

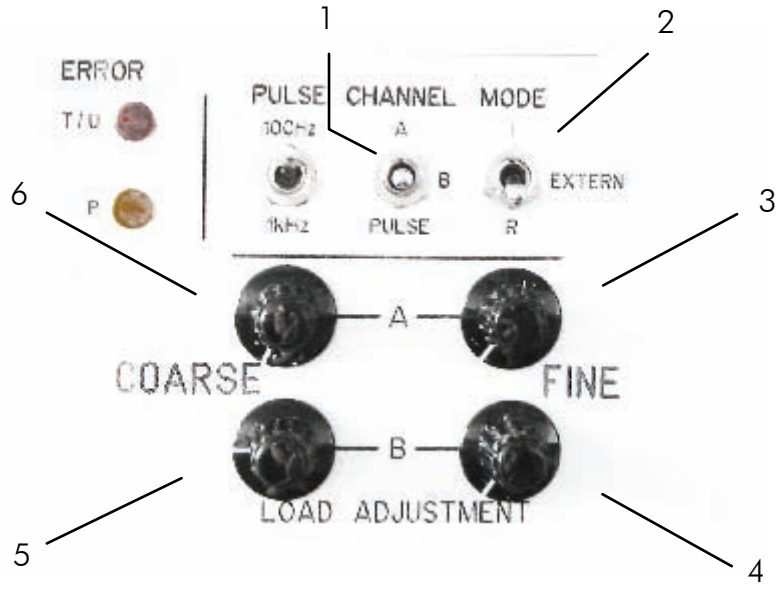


Abb. 6-8 Panel Elektronische-Last-Modul

1. Am Panel des Elektronische-Last-Moduls den Kippschalter *Mode* auf die gewünschte Betriebsart (I- oder R-Mode) stellen.

Jetzt können die jeweiligen Sollwerte eingestellt werden:

Einstellung **Sollwert A**:

2. Kippschalter *Channel* (1) in Stellung A bringen.
3. Mit Regler (6) den Wert grob einstellen und mit Regler (3) den Wert fein einstellen.

Einstellungen **Sollwert B**:

4. Kippschalter *Channel* (1) in Stellung B bringen.
5. Mit Regler (5) den Wert grob einstellen und mit Regler (4) den Wert fein einstellen.

6.6.3 Dynamische Belastung einstellen

Bei dynamischer Belastung wird die elektronische Last in einer festgelegten Frequenz zwischen zwei Sollwerten gewechselt.

Die dynamische Belastung kann **nur** am Panel des Elektronische-Last-Moduls eingestellt werden.

- ✓ Sollwerte für A und B sind eingestellt und unterscheiden sich
- ✓ Betriebsart ist ausgewählt (I- oder R-Mode)

Abb. 6-9 Panel Elektronische-Last-Modul

1. Mit dem Kippschalter *Pulse* (1) die gewünschte Taktfrequenz einstellen.
2. Kippschalter *Channel* (2) auf *Pulse* stellen.

↳ Die dynamische Belastung für das System ist eingestellt.

6.7 Wasserstoffversorgung aufrecht erhalten

Die drei Metallhydridspeicher (vollständig befüllt) können das Nexa®-Lernsystem bei Volllast für ca. 2 h betreiben.

Metallhydrid-speicher

Wenn der Druck in den Metallhydridspeichern weniger als 1 bar Überdruck beträgt, obwohl sich die Behälter auf Raumtemperatur befinden, müssen die Metallhydridspeicher neu befüllt werden, siehe *METALLHYDRIDSPEICHER BEFÜLLEN (OPTIONAL)* auf Seite 51.

TIPP

Das Metallhydridspeicher Modul kann auch während des Brennstoffzellenbetriebs befüllt werden.

TIPP

Bei Wasserstoffentnahme kühlen sich die Metallhydridspeicher ab, wodurch sich der Speicherdruck reduziert.

Erwärmen sich die Speicher in einer Betriebspause wieder auf Raumtemperatur, steigt auch der Speicherdruck wieder an.

Wasserstoff-Druckgasflasche

Wenn der Flachendruck der Wasserstoff-Druckgasflasche weniger als 10 bar beträgt, muss die Wasserstoff-Druckgasflasche ausgetauscht werden, siehe *DRUCKMINDERER (DIN 477-1) MIT WASSERSTOFF-DRUCKGASFLASCHE VERWENDEN (WASSERSTOFF-DRUCKGASFLASCHE NICHT IM LIEFERUMFANG ENTHALTEN)* auf Seite 49. Das System muss hierzu heruntergefahren werden.

7 Fehlermeldungen und -behebungen

Fehler- und Warnmeldungen werden im Bereich der jeweiligen Bedienelemente der einzelnen Module des Nexa®-Lernsystems angezeigt. Fehler- und Warnmeldungen des Brennstoffzellen-Moduls und des Power-Management-Moduls werden zusätzlich in der Software angezeigt.

Warnmeldungen werden ausgegeben, wenn sich Betriebsparameter des Systems jenseits des Warnungsschwellenwerts befinden. Der Betrieb läuft weiter. Liegen einzelne oder mehrere Betriebsparameter außerhalb des Fehlerschwellenwerts wird das System teilweise abgeschaltet. Je nach Fehler erfolgt anschließend ein automatischer Wiederanlauf oder das System muss nach der Fehlerbehebung manuell gestartet oder zurückgesetzt werden.

7.1 Brennstoffzellen-Modul

Fehler- und Warnmeldungen des Brennstoffzellen-Moduls werden in den beiden oberen Zeilen des Displays am Power-Management-Modul angezeigt. Zusätzlich können die Fehler- und Warnmeldungen über die Software ausgelesen werden.

> ⚠ **WARNUNG**
>
> **Versuch, das Brennstoffzellen-Modul zu öffnen und selbst zu warten!**
>
> Tödliche oder schwere Verletzungen durch elektrischen Schlag oder Feuer oder Explosion.
>
> ➔ Brennstoffzellen-Modul nicht öffnen und nicht selbst warten.

7.1.1 Warnungs- und Fehlerschwellenwerte

Die folgende Tabelle 7–11 zeigt die Warnungs- und Fehlerschwellenwerte für das Brennstoffzellen-Modul.

Fehlermeldung

Wird während des Betriebs ein Schwellwert für eine Fehlermeldung über- bzw. unterschritten, stoppt das Brennstoffzellen-Modul und wird nach 30 Sekunden automatisch wieder gestartet, wenn der Wert wie-

der im Normbereich ist. Ausnahme bilden die so genannten Ausnahmefehler. Der Betreiber des Systems muss entsprechende Maßnahmen einleiten, um den Normalzustand wiederherzustellen oder muss das System manuell abschalten, siehe *DAS NEXA®-LERNSYSTEM FÜR KURZE ZEIT AUßER BETRIEB NEHMEN* auf Seite 115. Ein Ausnahmefehler erfordert das Zurücksetzen des Systems, siehe *DAS SYSTEM NACH EINEM AUSNAHMEFEHLER ZURÜCKSETZEN* auf Seite 100.

Warnmeldung

Wird ein Schwellwert für eine Warnmeldung über- bzw. unterschritten, gibt das System eine Warnmeldung aus, kann aber den Betrieb noch fortsetzen. Der Betreiber des Systems sollte entsprechende Maßnahmen einleiten, um den Normalzustand wiederherzustellen.

Parameter	Warnungs-schwellenwert	Fehlerschwellen-wert	Automa-tischer Neustart
Stacktemperatur	>71 °C	>73 °C	Ja
Stackspannung	<23 V	<18 V	Ja
Stackstrom	>65 A	>75 A	Ja
Zellspannungs-überprüfung	–	0,85 V / Zellpaar	Ja
Wasserstoff-druck	<1,0 bar Ü	<0,5 bar	Ja
Wasserstoffkon-zentration	0,8 % Wasserstoff in Luft (8000 ppm)	1 % Wasserstoff in Luft (10 000 ppm)	Nein
Sauerstoffkon-zentration	<19,5 %	<18,7 %	Ja
Umgebungs-temperatur	–	<3 °C (bei Start)	Ja
Starthilfsspan-nung	–	<18 V (bei Start)	Ja
Spülzellenspan-nung	< 0,8 V	<0,7 V	Ja
Zeitüberschrei-tung beim Start	–	Digital	Ja
Fehler beim Selbsttest	–	Digital	Nein
Softwarefehler	–	Digital	Nein

Tabelle 7-1 Warnungs- und Fehlerschwellenwerte Brennstoffzellen-Modul

7.1.2 Warnmeldungen Brennstoffzellen-Modul

Die Starthilfsspannung und die Umgebungstemperatur werden nur während des Startvorgangs überwacht. Während des Betriebs des

Brennstoffzellen-Moduls ist der Betreiber für die Überwachung dieser Parameter selbst verantwortlich.

Die nachfolgende Tabelle listet mögliche Warnmeldungen des Nexa®-Lernsystems auf.

Mehrfachwarnmeldungen

Mehrfachwarnmeldungen werden in der Software abwechselnd angezeigt, im Display werden die Hexadezimalwerte der einzelnen Warnmeldungen ODER verknüpft.

Beispiel:

Es liegen die Warnmeldungen für niedrige Stackspannung (0x02) sowie für niedrigen Wasserstoffdruck (0x08) vor. Im Display erscheint die Warnmeldung: 0x0A.

In der Software	Im Display	Bedeutung
No Warnings	–	Keine Warnungmeldungen
High Fuel Cell Stack Temperature Warning	0x01	Warnung: hohe Stacktemperatur
Low Fuel Cell Stack Temperature Warning	0x02	Warnung: niedrige Stacktemperatur
High Fuel Cell Stack Current Warning	0x04	Warnung: niedriger Stackstrom
Low Fuel Pressure Warning	0x08	Warnung: niedriger Wasserstoffdruck
Fuel Leak Warning	0x10	Warnung: Leck in der Wasserstoffversorgung
Low Oxygen Concentration Warning	0x20	Warnung: niedrige Sauerstoffkonzentration
Low Purge Cell Voltage Warning	0x40	Warnung: niedrige Spülzellenspannung

Tabelle 7-2 Warnmeldungen Brennstoffzellen-Modul

7.1.3 Fehlermeldungen Brennstoffzellen-Modul

Die nachfolgende Tabelle listet mögliche Fehlermeldungen des Brennstoffzellen-Moduls auf.

Mehrfachfehlermeldungen

Mehrfachfehlermeldungen werden in der Software abwechselnd angezeigt, im Display werden die Hexadezimalwerte der einzelnen Warnmeldungen ODER verknüpft.

Beispiel:

Es liegen die Fehlermeldungen für niedrige Stackspannung (0x02) sowie für niedrigen Wasserstoffdruck (0x08) vor. Im Display erscheint die Fehlermeldung: 0x0A.

In der Software	Im Display	Bedeutung
Normal Operation	–	Normalbetrieb
High Fuel Cell Stack Temperature	0x01	Hohe Stacktemperatur
Low Fuel Cell Stack Temperature	0x02	Niedrige Stacktemperatur
High Fuel Cell Stack Current	0x03	Hoher Stackstrom
Low Cell Voltage	0x04	Niedrige Zellspannung
Low Fuel Pressure	0x05	Niedriger Wasserstoffdruck
Fuel Leak	0x06	Leck in der Wasserstoffversorgung
Low Oxygen Concentration	0x07	Niedrige Sauerstoffkonzentration
Low Ambient Temperature	0x08	Niedrige Umgebungstemperatur
Low Purge Cell Voltage	0x09	Niedrige Spülzellenspannung
Low Battery Voltage	0x0A	Niedrige Batteriespannung
Startup Time Expired	0x0B	Startzeit abgelaufen
Self Test Fault	0x0C	Selbsttestfehler
Software Fault	0x0D	Softwarefehler
Spuriuos Interrupt Fault	0x0E	Unechter Interrupt

Tabelle 7-3 Fehlermeldungen Brennstoffzellen-Modul

7.1.4 Fehlerbehebung Brennstoffzellen-Modul

TIPP

Um nähere Informationen zu den Details des Nexa® Power Module zu erfahren, beachten Sie die mitgelieferte Betriebsanleitung des Nexa® Power Module.

Fehleranzeige	Mögliche Ursache	Behebung
High Fuel Cell Stack Temperature (Hohe Stacktemperatur)	Die Ausgangsleistung des Brennstoffzellen-Moduls ist zu hoch	Sicherstellen, dass die Nennausgangsleistung 1200 W nicht überschreitet
	Die Umgebungstemperatur	Umgebungstemperatur

Fehleranzeige	Mögliche Ursache	Behebung
	für das Brennstoffzellen-Modul liegt über dem Grenzwert	entsprechend wählen, siehe *AUFSTELLORT* auf Seite 40.
	Die Stackspannung ist zu gering	Vorschlägen unter der Fehleranzeige Low Fuel Cell Stack Voltage (Stackspannung zu niedrig) folgen
	Der Kühlungslufteinlass an Brennstoffzelle ist eingeschränkt	Sicherstellen, dass die Kühlungsluft ungehindert einströmen kann
	Der Kühlungsluftauslass an Brennstoffzelle ist eingeschränkt	Sicherstellen, dass die Kühlungsabluft ungehindert ausströmen kann
	Das Spülventil hat sich nicht geöffnet	Auf das Klickgeräusch des Spülventils während des Systembetriebs achten. Kundenservice für weitere Hinweise kontaktieren
	Der Kühlungslüfter /-motor funktioniert nicht richtig	Überprüfen, ob der Lüfter arbeitet. Kontaktieren Sie den Kundenservice für weitere Hinweise
	Kühlungsabluft kann sich durch mögliches Leck mit frischer Kühlungsluft mischen	Schläuche auf mögliche Lecks oder Brüche überprüfen
	Brennstoffzellenfehler	Kundenservice kontaktieren, wenn das Problem weiterhin besteht
Low Fuel Cell Stack Voltage (niedrige Stacktemperatur)	Die Ausgangsleistung des Brennstoffzellen-Moduls ist zu hoch	Sicherstellen, dass die Nennausgangsleistung 1200 W nicht überschreitet
	Der Stack erhält nicht genug Sauerstoff	Überprüfen, ob Sie das Geräusch der Luftansaugung zu hören ist. Kundenservice kontaktieren, wenn dabei ein Problem auftritt
		Feuchteaustauscher auf evtl. Lecks untersuchen. Kundenservice kontaktieren, wenn dabei ein Problem auftritt

Fehleranzeige	Mögliche Ursache	Behebung
		Überprüfen, ob der Luftfilter blockiert ist
	Der Prozesslufteinlass ist verschmutzt	Überprüfen, ob der Raum, in dem das Nexa®-Lernsystem betrieben wird, den Anforderungen entspricht
	Die angesaugte Prozessluft ist zu feucht	Kundenservice kontaktieren
	Das Purgeventil arbeitet nicht	Kundenservice kontaktieren, damit detaillierte Untersuchungen vorgenommen werden können
	Die Wasserstoffzufuhr ist verschmutzt	Sicherstellen, dass die Anforderungen an die Brennstoffreinheit erfüllt werden
	Kurzschluss über einen externen Leiter am Stack	Stack und die Anschlüsse auf Beschädigungen untersuchen. Kundenservice für weitere Hinweise kontaktieren
	Non-Operating Performance Loss (NOPL) oder Brennstoffzellenverschmutzung (Luft oder Brennstoff)	Erneuerungsprozess (siehe *ERNEUERUNGSPROZESS DURCHFÜHREN* auf Seite 119)vor dem Herunterfahren des Systems durchführen. Kundenservice für weitere Hinweise kontaktieren
	Brennstoffzellenfehler	Kundenservice für weitere Hinweise kontaktieren
High Fuel Cell Stack Current (Hoher Stackstrom)	Die Ausgangsleistung des Brennstoffzellen-Moduls ist zu hoch	Sicherstellen, dass die Nennausgangsleistung 1200 W nicht überschreitet
	Die Stackspannung ist zu gering	Vorschläge, die unter Fehleranzeige Fuel Cell Stack Voltage gelistet sind wiederholen
	Stromsensor fehlerhaft oder fehlerhaftes Sensorsignal	Nullwert des Stromsensors überprüfen. Kundenservice für weitere Hinweise kontaktieren
	Der Laststrom vom Stack ist	Strombegrenzung über-

Fehleranzeige	Mögliche Ursache	Behebung
	größer als 70 A	prüfen. Sicherstellen, dass Stromüberschreitungen von 70 A nicht länger als 50 ms dauern
	Non-Operating Performance Loss (NOPL) oder Brennstoffzellenverschmutzung (Luft oder Brennstoff)	Erneuerungsprozess (siehe *ERNEUERUNGSPROZESS DURCHFÜHREN* auf Seite 119) vor dem Herunterfahren des Systems durchführen. Kundenservice für weitere Hinweise kontaktieren
	Brennstoffzellenfehler	Kundenservice für weitere Hinweise kontaktieren
Low Fuel Pressure (Niedriger Wasserstoffdruck)	Das System hat nicht genügend Brennstoff	Druck in den Wasserstoffspeichern überprüfen
	Der Druck für die Wasserstoffzufuhr ist zu niedrig eingestellt	Einstellungen an den Wasserstoffspeichern überprüfen. Sicherstellen, dass sich der Druck für die Wasserstoffzufuhr innerhalb Grenzen der Spezifikation befindet
	Das Wasserstoffmagnetventil arbeitet nicht	Überprüfen, ob das 12 V Signal am Magnetventil anliegt. Es befindet sich sowohl ein Magnetventil am Eingang des Nexa® Power Module, wie auch jeweils in der Wasserstoffversorgung. Auf das Klickgeräusch, das beim Öffnen und Schließen des Magnetventils entsteht achten. Kundenservice für weitere Hinweise kontaktieren
	In der Brennstoffzufuhr befindet sich ein Leck	Angaben mithilfe des beiliegenden Leckdetektors überprüfen. Alle Verbindungen mit einer Lecksuchflüssigkeit (Blasenbildung deutet auf eine undichte Stelle) untersuchen

Fehleranzeige	Mögliche Ursache	Behebung
Low Cell Voltage (Niedrige Zellspannung)	–	Vorschläge, die unter Fehleranzeige Low Fuel Cell Stack Voltage gelistet sind wiederholen
	Kurzgeschlossene Zellen, Fehler der Luftpumpe, Fehler der Steuerung	Kundenservice für weitere Hinweise kontaktieren
	Örtliche Überhitzung der Zellen	Überprüfen, ob die Kühlungskanäle oben auf dem Stack evtl. blockiert sind
	Blockierte Sauerstoffzu- oder abfuhr	Luftfilter bei der Ansaugung und den Abluftkanal auf evtl. Blockierungen überprüfen
	Wasserstoffversorgung ist kontaminiert	Sicherstellen, dass die Wasserstoffversorgung den Reinheitsanforderungen entspricht
	Non-Operating Performance Loss (NOPL) oder Brennstoffzellenverschmutzung (Luft oder Brennstoff)	Erneuerungsprozess vor dem Herunterfahren des Systems durchführen (siehe *ERNEUERUNGSPROZESS DURCHFÜHREN* auf Seite 119)
	Spülzellenfehler	Kundenservice für weitere Hinweise kontaktieren
	Stackfehler	Kundenservice für weitere Hinweise kontaktieren
Fuel Leak (Leck in der Wasserstoffversorgung)		Mithilfe der Diagnosedatei überprüfen, ob es sich um einen Ausnahmefehler handelt
		System zurücksetzen, siehe *DAS SYSTEM NACH EINEM AUSNAHMEFEHLER ZURÜCKSETZEN* auf Seite 100. Kundenservice für weitere Hinweise kontaktieren

Fehleranzeige	Mögliche Ursache	Behebung
	Wasserstoffzufuhr hat eine undichte Stelle	Stack, Wasserstoffspeicher, Magnetventile und die einzelnen Verbindungen in der Brennstofffführung untersuchen. Kundenservice für weitere Hinweise kontaktieren
	Spülventilfehler (bleibt offen)	Auf das hörbare Klickgeräusch des Spülventils während des Systembetriebs achten. Kundenservice für weitere Hinweise kontaktieren
	Der Lüfter für die Kühlung ist ausgefallen	Visuell die Funktionsweise des Lüfters und Motors überprüfen. Kundenservice für weitere Hinweise kontaktieren
	Externes Leck im Stack	Kundenservice für weitere Hinweise kontaktieren
Startup Time Expired (Startzeit abgelaufen)	Das Magnetventil öffnet nicht	Messen und überprüfen, ob das 12 V Signal am Magnetventil anliegt. Auf das Klickgeräusch achten. Kundenservice für weitere Hinweise kontaktieren
	Das Spülventil öffnet nicht	Auf das hörbare Klickgeräusch beim Öffnen und Schließen des Spülventils achten. Kundenservice für weitere Hinweise kontaktieren
	Die Stackspannung ist zu niedrig	Hinweise für zu niedrige Stackspannung beachten. Kundenservice für weitere Hinweise kontaktieren
	Non-Operating Performance Loss (NOPL) oder Brennstoffzellenverschmutzung (Luft oder Brennstoff)	Erneuerungsprozess vor dem Herunterfahren des Systems durchführen (siehe *ERNEUERUNGSPROZESS DURCHFÜHREN* auf Seite 119)

Fehleranzeige	Mögliche Ursache	Behebung
	Das Lastrelais ist geschlossen und das System startet unter Last	Sicherstellen, dass beim Systemstart keine Last am Stack anliegt
Software Fault (Softwarefehler)		Mithilfe der Diagnosedatei überprüfen, ob es sich um einen Ausnahmefehler handelt
		System zurücksetzen, siehe *DAS SYSTEM NACH EINEM AUSNAHMEFEHLER ZURÜCKSETZEN* auf Seite 100. Kundenservice für weitere Hinweise kontaktieren
	Lose Kabel beeinträchtigen die Verbindung mit der Steuerplatine	Pins und den Steckverbinder überprüfen
	Softwarefehler oder Fehlfunktion der Steuerplatine	Kundenservice für weitere Hinweise kontaktieren

Tabelle 7-4 Fehlerbehebung Brennstoffzellen-Modul

7.1.5 Die Brennstoffzellen-Diagnosedatei

Mit Hilfe der mitgelieferten *NexaMon OEM-Software* kann der Fehlerspeicher des Brennstoffzellen-Moduls ausgelesen und als Textdatei zur weiteren Verwendung gespeichert werden.

Im Fehlerspeicher werden folgende Informationen gespeichert:

Bezeichnung	Bedeutung
Header Data	Herstellerinformationen bezüglich der Controllerhard- und software
Fault Statistics	Auflistung der Gesamtanzahl der einzelnen Fehler
Configuration Data	Kalibrierungsdaten für Sauerstoff- und Stromsensor
Cumulative System Data Cell	Gesamtlebensdauer und andere kumulierte Informationen

Bezeichnung	Bedeutung
Last Fault Status Data	Detaillierte Informationen zum zuletzt aufgetretenen Fehler. Dazu zählen: Betriebszustandseinstellungen, Systemdaten (Prozessvariablen), Portkonfiguration, Daten zur A / D-Wandlung und Zeitinformationen
Historical Fault Data	Informationen, die sich auf die letzten 20 aufgetretenen Fehler beziehen. Diese Daten sind nicht so detailliert wie die vom Last Fault Status.

Tabelle 7-5 Informationen im Fehlerspeicher

Auslesen der Diagnosedatei

✓ Das Nexa®-Lernsystem befindet sich in Standby

1. *NexaMon OEM Software Programm* auf dem PC starten.

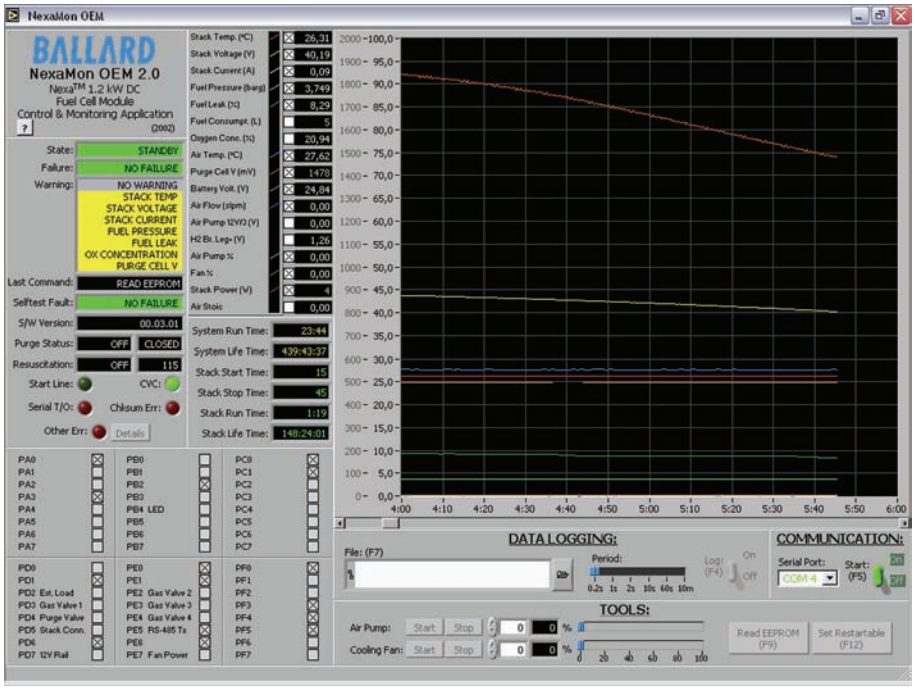


Abb. 7-1 NexaMon OEM Software

2. Im Menü den entsprechenden *Com-Port* auswählen und den *Communication Start* Schalter auf die *ON* Position stellen.

TIPP

Im Gerätemanager des Betriebssystems finden Sie eine Übersicht der Com-Ports. Ab Baujahr 2008 ist die Werkseinstellung für die Kommunikation des Nexa® Power Module COM 4.

3. *Read EEPROM* auf dem Bildschirm klicken oder *F9* auf der Tastatur drücken.

↳ Das Fenster mit den Informationen für den zuletzt aufgetretenen Fehler öffnet sich.

4. Um Details zu einem der 20 letzten Fehler zu sehen, auf den entsprechenden Fehler in der Fehlerliste klicken.

↳ Der Dateikopf und die Leiste an der Seite bleiben unverändert und die Fehlergeschichte zeigt die Fehlerdaten an.

5. *CREATE FILE* klicken oder *F2* auf der Tastatur drücken.

↳ Die Informationen werden in einem Diagnosedatenbericht gespeichert.

6. Dateinamen und Verzeichnis in das Pop-up-Menü eingeben und *Save* klicken.

↳ Die Daten werden gespeichert.

7. *QUIT* klicken, um zum Hauptmenü zurückzukehren.

7.1.6 Das System nach einem Ausnahmefehler zurücksetzen

✓ Fehlerursache, die zum Abschalten des Systems geführt hat, ist behoben

✓ Das Nexa®-Lernsystem befindet sich in Standby

1. *NexaMon OEM Software Programm* auf dem PC starten.
2. Im Menü den entsprechenden *Com-Port* des Nexa® Power Module auswählen und den *Communication Start* Schalter auf die *ON* Position stellen.

TIPP

Im Gerätemanager des Betriebssystems finden Sie eine Übersicht der Com-Ports. Ab Baujahr 2008 ist die Werkseinstellung für die Kommunikation des Nexa® Power Module COM 4.

3. Button *Set Restartable* klicken.

↳ Dialogbox erscheint.

4. Mit *OK* bestätigen.

↳ Die Daten werden gespeichert.

Wenn der Fehler noch einmal auftritt:

➔ Mit dem Kundenservice in Verbindung setzen.

7.2 Gleichspannungswandler

7.2.1 Fehlermeldungen Gleichspannungswandler

Fehler- und Warnmeldungen des Power-Management-Moduls werden in den beiden unteren Zeilen des Displays am Power-Management-Modul angezeigt. Zusätzlich können die Fehler- und Warnmeldungen über die Software ausgelesen werden.

In der Software	Im Display	Bedeutung
Over temperature	0x02 TEMP_Error	Interne Temperatur zu hoch
Battery under voltage	0x04 V_Out_Min_Error	Ausgangsspnnung (Batterie) zu niedrig
Battery over voltage	0x08 V_Out_Max_Error	Ausgangsspnnung (Batterie) zu hoch
Nexa under voltage	0x10 V_Nexa_Min_Error	Eingangsspannung zu niedrig
Nexa over voltage	0x20 V_Nexa_Max_Error	Eingangsspannung zu hoch
Over current	0x40 I_bat_Max_Error	Ausgangsstrom zu hoch
Nexa start error	0x80 Nexa-Start_Error	Nexa startet nicht

Tabelle 7-6 Fehlermeldungen Gleichspannungswandler

Mehrfachfehler werden in der Software abwechselnd angezeigt, im Display werden die Hexadezimalwerte der einzelnen Fehlermeldungen ODER verknüpft.

7.2.2 Fehlerbehebung Gleichspannungswandler

Fehleranzeige Software	Fehleranzeige Display	Mögliche Ursache	Behebung
Over temperature	0x02 TEMP_Error	Die Umgebungstemperatur ist zu hoch	Grenzwerte für die Betriebstemperatur beachten

Fehleranzeige Software	Fehleranzeige Display	Mögliche Ursache	Behebung
		Das Lochblech auf der Oberseite des Power-Management-Moduls ist verdeckt	Lochblech nicht verdecken
		Die Kühllüfter des Gleichspannungswandlers sind defekt	Kundenservice für weitere Hinweise kontaktieren
Battery under voltage	0x04 V_Out_Min_Error	Kurzschluss am Leistungsausgang oder am Batterieanschluss des Power-Management-Moduls	Kurzschlüsse vermeiden. Explosionsgefahr der Batterien!
		Die Batterien sind entladen (U < 18 V)	Batterien mit einem externen Batterieladegerät laden
		Die am Power-Management-Modul angeschlossene Last ist zu hoch	Last reduzieren
Battery over voltage	0x08 V_Out_Max_Error	Am Leistungsausgang oder am Batterieanschluss des Power-Management-Moduls ist ein elektrischer Speicher oder eine Spannungsquelle mit U > 30 V angeschlossen	Keine Batterien oder andere elektrischen Speicher mit einer Nennspannung > 24 V anschließen. Keine Komponenten anschließen, die die Batterien auf eine Spannung > 30 V laden.
Nexa under voltage	0x10 V_Nexa_Min_Error	Die Ausgangsspannung des Brennstoffzellen-Moduls ist < 26 V	Ausgangsleistung des Power-Management-Moduls reduzieren
		Der Leistungseingang des Power-Management-Moduls ist nicht mit dem Brennstoffzellen-Modul verbunden	Leistungseingang des Power-Management-Moduls mit dem Brennstoffzellen-Modul verbinden

Fehleranzeige Software	Fehleranzeige Display	Mögliche Ursache	Behebung
		Im Standby wird der Leistungsausgang des Brennstoffzellen-Moduls durch ein Lastrelais freigeschaltet	Die Fehlermeldung erlischt nach wenigen Sekunden und das System kann weiter verwendet werden
Over current	0x40 I_bat_Max_Error	Der Ausgangsstrom des Gleichspannungswandlers ist > 60 A	Die an das Power-Management-Modul angeschlossene Last verringern
Nexa start error	0x80 Nexa-Start_Error	Das Brennstoffzellenmodul kann nicht gestartet werden	Brennstoffzellen-Modul auf mögliche Fehler überprüfen
		Das Starthilfsspannungskabel ist nicht angeschlossen	Starthilfsspannungskabel anschließen

Tabelle 7-7 Fehlerbehebung Gleichspannungswandler

7.3 Elektronische-Last-Modul

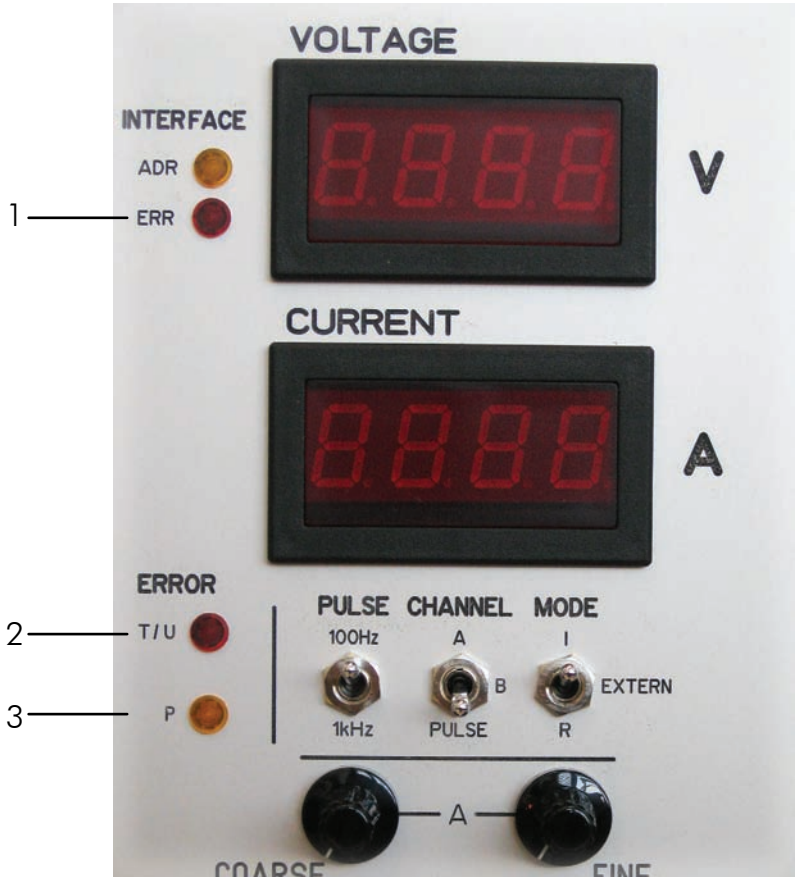


Abb. 7-2 LEDs am Elektronische-Last-Modul

Bei einem Fehler wird dieser durch das Leuchten der roten LED (1) angezeigt.

Die darunterliegenden Dioden spezifizieren den Fehler durch entsprechendes Leuchten.

- T/U (2): Übertemperatur / Überspannung
- P (3): Leistungsbegrenzung

7.4 Weitere bekannte Probleme

Sollten Ihre spezifischen Probleme bisher nicht aufgetaucht sein und auch im Folgenden nicht behandelt werden, wenden Sie sich an den Kundenservice.

Wir sind fortlaufend daran interessiert, unser Produkt zu verbessern. Bitte melden Sie uns Fehler, die Sie hier nicht behandelt finden, die sie jedoch selbst behoben haben, unter:

support@heliocentris.com

7.4.1 Kommunikation Power-Management-Modul und PC

Problem

Werte für Wasserstoffdurchfluss und *I DC IN* und *I DC OUT* werden nicht oder falsch angezeigt.

Behebung

So beheben Sie das Problem:

1. In Software Button

klicken.

Die Kommunikation zwischen Software und Power-Management-Modul wird unterbrochen.

2. USB-Kabel vom PC trennen.
3. Hilfsspannung von der Rückseite des Power-Management-Moduls trennen.
4. In umgekehrter Reihenfolge wieder einstecken.
5. Kommunikation starten.

8 Technische Daten

8.1 Gesamtsystem

Bezeichnung	Spezifikation
Maße (H × B × T)	191 cm × 60 cm × 60 cm
Gewicht	Ca. 180 kg
Netzversorgung	115 V / 230 V; 50 / 60 Hz (abhängig vom Auslieferungsland – siehe Typenschild)

Tabelle 8-1 Technische Daten Gesamtsystem

8.2 Metallhydridspeicher-Modul

Bezeichnung	Spezifikation
Metallhydridspeicher-Modul Panel	
Wasserstoffeingang *Hydrogen IN*	Beladedruck max. 17 bar
Wasserstoffausgang *Hydrogen OUT*	0–17 bar, füllstandsabhängig
Steuersignal Magnetventil *Solenoid Valve*	12 V
Wasserstoff Manometer *Hydrogen Pressure*	0–25 bar / 0–350 psig
Überdruckventil	≈ 25 bar
Metallhydridspeicher	
Absperrventil	Manuell
Schnellkupplungsanschluss	Selbstschließend
Speicherkapazität	Max. 3 × 760 Nl H_2 (2280 Nl H_2)
Entladekapazität (kontinuierlich; bei Raumtemperatur)	Max. 3 × 5,5 Nl/min (16,5 Nl/min)
Speichermedium	Trockener Wasserstoff, Reinheit min 5.0 (99,999 %)
Befülldruck (bei 20 °C)	10 … 17 bar (150 … 250 psig)

Bezeichnung	Spezifikation
Betriebstemperatur	+15 °C … +30 °C
Max. Lagertemperatur	+50 °C
Öffnungsparameter des Sicherheitsventils	P≈82 bar (1200 psig) T≈ +88 °C
Leistungsaufnahme Magnetventil	ca. 5 W

Tabelle 8-2 Technische Daten Metallhydridspeicher-Modul

8.3 Flaschendruckminderer

Bezeichnung	Spezifikation
Druckminderer	Einstufig für Wasserstoff
Anschlusstyp Eingang	Werden länderspezifisch ausgeliefert, jeweils entprechend: DIN 477-1 BS341 Nr. 4 CGA350
Betriebsmedium	Wasserstoff
Max. Eingangsdruck	200 bar (2900 psig)
Max. Ausgangsdruck	15 bar (220 psig)
Betriebstemperatur	-20 °C … +70 °C
Leistungsaufnahme Magnetventil	ca. 5 W

Tabelle 8-3 Technische Daten Druckminderer

8.4 Brennstoffzellen-Modul

Bezeichnung		Definition	Spezifikation
Brennstoff	Reinheit	Wasserstoffqualität	99,999 % H_2 (vol)
	Druck	Erlaubter Eingangsdruckbereich	0,7 … 17 bar (10 … 250 psig)
	Verbrauch	Maximaler Brennstoffverbrauch bei Nennleistung	Max. 18,5 Nl/min
Elektrische Leistung	Nennleistung	Leistungsfähigkeit bei Standardbedingungen bei Auslieferung	1200 W
	Spannung	Betriebsspannung	22 … 50 V
		Nennspannung	26 V
	Startzeit	Minimale Startzeit von Kaltstart bis Nennleistung	2 min
Emission	Geräusch	Geräuschpegel in 1 m Abstand	Max. 72 dBA
	Wasser	Wasserabgabe bei Nennleistung	Max. 870 ml/h
Starthilfsspannung	Spannung		18–30 W
	Leistung	Leistungsaufnahme bei Start	60 W
Betriebsumgebung	Betriebsort		Innerhalb von Gebäuden, trocken
	Umgebungstemperatur		3 … 40 °C
	Relative Luftfeuchtigkeit		0 … 95 % (nicht kondensierend)
Elektromagnetische Verträglichkeit	Störaussendung und Störfestigkeit		UL 991 DIN EN61000-6-1:2002 DIN EN61000-6-3:2002
Messgenauigkeit Wasserstoff-Durchflussmesser			±1,5 % vom Endwert
Leistungsaufnahme Wasserstoff-Durchflussmesser			ca. 2,4 W
Leistungsaufnahme Lastrelais			ca. 5 W

Tabelle 8-4 Technische Daten Brennstoffzellen-Modul

8.4.1 Lebenszeiten / Degradation

8.4.1.1 Brennstoffzellen-Modul

Die Betriebsspezifikationen für die Lebensdauer des Brennstoffzellen-Moduls gelten für den Herstellungszeitpunkt. Ab diesem Zeitpunkt kann die Leistung der Brennstoffzelle in Abhängigkeit von Betriebsweise und Lagerung nachlassen. Die hier gemachten Angaben sind typisch für das Nexa® Power Module, können jedoch bei einzelnen Systemen davon abweichen.

Betrieb	Bedingungen	Verlustrate	Zeitdauer	Verlust
Konstant	Volle Leistung (46 Anet)	-25 mW/h	1500 h	-37 W
		-0,54 mV/h		-0,8 V
	Mittlere Last (< 35 Anet)	0 mW/h	1500 h	0 W
		0 mV/h		0 V
Dynamische Last	Leerlauf bis volle Last	0 mW/h	1500 h	0 W
		0 mV/h		0 V
Ein / Aus	0 … 46 Anet	- 52 mW/Zyklus	500 Zyklen	-26 W
		-1,1 mV/Zyklus		-0,56 V

Tabelle 8-5 Lebensdauercharakteristik

8.5 Power-Management-Modul

8.5.1 Gleichspannungswandler

Bezeichnung	Spezifikation
Nennausgangsspannung	24 V DC
Ausgangsspannungsbereich	22–30 V
Nennausgangsstrom	50 A
Max. Ausgangsstrom	55 A
Max. Ausgangsleistung	1200 W
Max. Ausgangsstromschwankungen	2 %
Eingangsspannungsbereich	26 … 48 V DC
Max. Eingangsspannung	50 V
Min. Spannungsabfall Eingangs- zu Ausgangsspannung	2 V
Verbrauch in Standby	2 W

Bezeichnung	Spezifikation
Effizienz	96 %
Kurzschlusssicher	Ja
Rückstromsicher	Ja
Temperaturschutz	Intern 80 °C

Tabelle 8-6 Technische Daten Gleichspannungswandler

8.5.2 Wechselrichter

Bezeichnung	Spezifikation
Dauer-Ausgangsleistung	1500 W
Dauer-Ausgangsleistung (3 Min.)	1725 W
Dauer-Ausgangsleistung (10 s)	3000 W
Eingangsspannung	24 V
Eingangsspannungsbereich	21,0–30 V DC
Ausgangsspannung	220 V/ 230 V / 240 V ±3 %
Ausgangssignalform	Reiner Sinus (THD < 3 %)
Wirkungsgrad (Volllast)	93,0 %
Leerlaufstrom	0,70 A
Schutzschaltung	Überlast, Kurzschluss, Verpolung (Sicherung) Über- / Unterein-gangsspannung, Übertemperatur
Sicherheit	EN 60950-1
Elektromagnetische Verträglich-keit	EN 55022, EN 55024, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3
Kühlung	Lastabhängig gesteuerter Lüfter

Tabelle 8-7 Technische Daten Wechselrichter

8.5.3 Batterie (groß)

Typ WP18-12, Bleibatterie

Bezeichnung		Spezifikation
Nennspannung		12 V
Nennkapazität (abhän-gig vom Entladestrom)	20 h (0,9 A … 10,5 V)	18 Ah
	10 h (1,8 A … 10,5V)	18 Ah

Bezeichnung			**Spezifikation**
	5 h (3,06 A … 10,2 V)		15,3 Ah
	1 C (18 A … 10,2 V)		8,1 Ah
	3 C (54 A … 9,6 V)		6,48 Ah
Maximaler Entladestrom (30 Sekunden)			360 A
Maximaler Entladestrom (5 Sekunden)			720 A
Betriebstemperaturbereich	Laden		0 … 40 °C
	Entladen		-15 … 50 °C
	Lagerung		-15 … 40 °C
Ladungshaltbarkeit bei 20 °C	1 Monat		92 %
	3 Monate		90 %
	6 Monate		80 %
Lademethoden bei 25 °C	Zyklus	Ladespannung	14,4 … 15,0 V
		Max. Ladestrom	5,4 A
	Standby	Ladespannung (schwankend)	13,5 V … 13,8 V
Lebensdauer	Zyklusbetrieb	100 % Entladung	200 Zyklen
		80 % Entladung	225 Zyklen
		50 % Entladung	500 Zyklen
	Standbybetrieb		3 … 5 Jahre
Innenwiderstand bei 1 KHz			10 mΩ
Anschluss			F3
Gewicht			6,283 kg

Tabelle 8-8 Technische Daten Batterie WP 18-12

8.5.4 Batterie (klein)

Typ WP1.9-12, Bleibatterie

Bezeichnung			Spezifikation
Nennspannung			12 V
Nennkapazität (abhängig vom Entladestrom)	20 h (0,095 A … 10,5 V)		1,9 Ah
	10 h (0,19 A … 10,5V)		1,9 Ah
	5 h (0,323 A … 10,2 V)		1,9
	1 C (1,9 A … 9,6 V)		0,855 Ah
	3 C (5,7 A … 9,6 V)		0,684 Ah
Maximaler Entladestrom (30 Sekunden)			38 A
Maximaler Entladestrom (5 Sekunden)			76 A
Betriebstemperaturbereich	Laden		0 … 40 °C
	Entladen		-15 … 50 °C
	Lagerung		-15 … 40 °C
Ladungshaltbarkeit bei 20 °C	1 Monat		92 %
	3 Monate		90 %
	6 Monate		80 %
Lademethoden bei 25 °C	Zyklus	Ladespannung	14,4 … 15,0 V
		Max. Ladestrom	0,57 A
	Standby	Ladespannung (schwankend)	13,5 V … 13,8 V
Lebensdauer	Zyklusbetrieb	100 % Entladung	200 Zyklen
		80 % Entladung	225 Zyklen
		50 % Entladung	500 Zyklen
	Standbybetrieb		3 … 5 Jahre
Innenwiderstand bei 1 KHz			42 mΩ

Bezeichnung	Spezifikation
Anschluss	F1
Gewicht	0,952 kg

Tabelle 8-9 Technische Daten Batterie WP 1.9-12

8.6 Elektronische-Last-Modul

Bezeichnung	Spezifikation
Versorgungsspannung	230 V / 115 V, siehe Typenschild
Betriebstemperaturbereich	0 … 35 °C
Lastgleichspannung	1 … 75 V
Lastgleichstrom	1 … 100 A
Lastwiderstand	0,02 … 10 kΩ
Leistung	Max. 1500 W
Überlastschutz	Leistungsbegrenzung, dauerkurzschlussfest
Überspannungsschutz	Abschaltung U > 82 V
Thermischer Schutz	Abschaltung mit automatischer Wiedereinschaltung
Verpolschutz	Querstromdiode und Schmelzsicherung
Elektrische Sicherheit	EN 61010
EMV	EN61000-6-3 (Störaussendung)
	EN50082-1 (Störfestigkeit)
Schutzklasse	1

Tabelle 8-10 Technische Daten Elektronische-Last-Modul

8.7 Sicherungen

Die Sicherungen an der Batteriezuleitung haben folgende Spezifikation:

BF2-Sicherungseinsätze

- Nennstrom: 150 A
- Nennspannung: 32 V

8.8 Monitor

17“ TFT

9 Außer Betrieb nehmen

9.1 Das Nexa®-Lernsystem für kurze Zeit außer Betrieb nehmen

Um das Nexa®-Lernsystem außer Betrieb zu nehmen, müssen folgende Schritte durchgeführt werden:

- Nexa®-Lernsystem ausschalten
- Wasserstoffversorgung außer Betrieb nehmen
- Nexa®-Lernsystem stromfrei schalten

9.1.1 Das Nexa®-Lernsystem ausschalten

Das Nexa®-Lernsystem kann zu jedem Zeitpunkt ausgeschaltet werden.

1. Alle Verbraucher an *DC OUT* und *AC OUT* abschalten.
2. Taster *System OFF* drücken.

↳ Das Nexa®-Lernsystem fährt herunter.

TIPP

Das Herunterfahren des Nexa®-Lernsystem kann bis zu 5 Minuten dauern.

3. Warten, bis sämtliche LEDs und Displays ausgeschaltet sind.
4. Not-Aus-Taster drücken.
5. PC herunterfahren und ausschalten.

Wasser entsorgen

6. Wasserbehälter leeren.

9.1.2 Die Wasserstoffversorgung außer Betrieb nehmen

Die Metallhydrid-speicher

✓ Nexa®-Lernsystem ist ausgeschaltet

1. Absperrventile an den Metallhydridspeichern in Pfeilrichtung (im Uhrzeigersinn) zudrehen.
2. Wasserstoff-Schnellkupplungsverbindung trennen.

3. Die Metallhydridspeicher ausbauen.
4. Die Metallhydridspeicher gemäß den örtlich geltenden Vorschriften lagern.

↳ Die Metallhydridspeicher sind außer Betrieb.

Wasserstoff-Druckgasflasche

✓ Nexa®-Lernsystem ist ausgeschaltet

1. Flaschenventile an der Wasserstoff-Druckgasflasche fest zudrehen.
2. Wasserstoff-Schnellkupplungsverbindung und Magnetventil-Steuerleitung des Druckminderers vom System trennen.
3. Externes Steckernetzteil an die Magnetventil-Steuerleitung des Druckminderers anschließen.
4. Ventil der Wasserstoff-Schnellkupplungsverbindung mit der Hand oder einem harten Gegenstand (kein Metall!) eindrücken, bis der restliche Wasserstoff entweicht.
5. Sicherstellen, dass beide Manometer 0 bar anzeigen.
6. Druckminderer abbauen.
7. Wasserstoff-Druckgasflasche vom Flaschenhalter lösen und gemäß den örtlich geltenden Vorschriften lagern.

↳ Die Wasserstoff-Druckgasflasche ist außer Betrieb.

9.1.3 Nexa®-Lernsystem stromfrei schalten

➔ Steckerleiste aussschalten und Netzstecker vom Stromnetz trennen.

↳ Das Nexa®-Lernsystem ist stromfrei geschaltet.

9.2 Das Nexa®-Lernsystem für einen längeren Zeitraum außer Betrieb nehmen

✓ Nexa®-Lernsystem ist ausgeschaltet

✓ Wasserstoffversorgung ist außer Betrieb genommen

✓ Nexa®-Lernsystem ist stromfrei geschaltet

➔ Das Nexa®-Lernsystem lagern, siehe *DAS NEXA®-LERNSYSTEM LAGERN* auf Seite 118.

➔ Während der Lagerung das System regelmäßig warten, siehe *WARTUNG* auf Seite 119.

9.3 Das Nexa®-Lernsystem demontieren

✓ Das Nexa®-Lernsystem ist außer Betrieb genommen

1. Den markierten Erdungspunkt des Nexa®-Lernsystems von der Erdung Ihres Gebäudes trennen.
2. Wasserbehälter leeren, siehe *DAS PRODUZIERTE WASSER ENTSORGEN* auf Seite 121.
3. Alle Verbindungen auf der Frontseite des Systems trennen.
4. Alle Verbindungen auf der Rückseite des Power-Management-Moduls trennen.
5. Batterien vom Power-Management-Modul trennen.
6. Batterien aus dem Gehäuse nehmen.
7. Monitor, Tastatur und Maus von PC bzw. interner Verteilerleiste abstecken.

> ⚠ **VORSICHT**
>
> **Umkippen des Nexa®-Lernsystems!**
>
> Sachschäden, Quetschungen und leichte Verletzungen.
>
> ➔ Nexa®-Lernsystem ausreichend gegen Umkippen sichern.

8. Den Monitor und die Tastaturablage aus der Führungsschiene des Monitorarms herausnehmen.
9. Den Monitorarm anklappen.
10. Das Nexa®-Lernsystem gegen Umkippen sichern.
11. Das Nexa®-Lernsystem leicht nach vorne kippen.
12. Hintere Rollen demontieren.
13. Das Nexa®-Lernsystem leicht nach hinten kippen.
14. Vordere Rollen demontieren.
15. System und Systemkomponenten in Originalverpackung oder andere geeignete Verpackung packen.

9.4 Das Nexa®-Lernsystem lagern

Die Räume zur Lagerung des Nexa®-Lernsystems müssen dieselben Anforderungen erfüllen, die zum Betreiben des Nexa®-Lernsystem gelten, siehe *AUFSTELLORT* auf Seite 40.

➔ Während der Lagerung das System regelmäßig warten, siehe *WARTUNG* auf Seite 119.

9.5 Die Software deinstallieren

Zur Deinstallation der Software verwenden Sie bitte die in das Windows XP Betriebssystem integrierte Funktion zur Softwareverwaltung, die Sie in der Systemsteuerung im Ordner „Software" finden.

10 Wartung, Service und Entsorgung

10.1 Wartung

Mindestens alle 3 Monate das Nexa®-Lernsystem betreiben. Dies sichert die Höchstleistung des Systems und verhindert Leistungsverluste, die bei längerer Lagerung entstehen können.

Die Batterien entladen sich im Laufe der Lagerung:

➔ Mit einem geeigneten Ladegerät aufladen.

10.1.1 Druckminderer

Alle 6 Monate Inspektion:

➔ Auf äußere Schäden untersucht und auf Funktion prüfen.

Alle 6 Jahre Generalüberholung:

➔ Kontaktieren Sie den Heliocentris Service.

10.1.2 Erneuerungsprozess durchführen

So starten Sie den Erneuerungsprozess:

➔ Lassen Sie das System mit einer durchschnittlichen Leistung von 200 W für 10–30 Minuten laufen.

↳ Der Erneuerungsprozess wird automatisch gestartet und beendet.

10.2 Reinigung

✓ Feuchter Lappen

1. System stromfrei schalten.
2. Gehäuse mit einem leicht feuchten Lappen reinigen.

10.3 Service

Sollten Probleme mit dem Nexa®-Lernsystem auftreten, die Sie nicht mit Hilfe des Kapitels *FEHLERMELDUNGEN UND -BEHEBUNG* lösen können, dann kontaktieren Sie:

Weltweit, außer Nord-, Mittel- und Südamerika

Heliocentris Energiesysteme GmbH
Rudower Chaussee 29
12489 Berlin
Germany

Fon +49 (0)30 – 63 92 63 27
Fax +49 (0)30 –63 92 63 29
Email: support@heliocentris.com

Nord-, Mittel- und Südamerika

Heliocentris Energy Systems Inc.
902–610 Granville St.
Vancouver, BC
V6C 3T3
Kanada

Fon +1 604 – 684-3546
Fax +1 604 – 648-9406
Email: Vancouver@heliocentris.com

Ein Mitarbeiter des Kundenservice von Heliocentris wird sich mit Ihnen in Verbindung setzen und Ihnen alle weiteren Schritte erklären. Wenn Sie das System zur Reparatur oder zum Ersatz zurücksenden sollen, müssen Sie das System ausreichend verpackt und gesichert versenden.

Heliocentris ist nicht für Schäden verantwortlich, die durch unsachgemäße Verpackung und / oder unsachgemäßen Versand entstanden sind. Für den Versand von Systemen mit abgelaufener Garantie müssen Sie selbst aufkommen.

Statt des Kundenservice von Heliocentris können Sie auch Ihren örtlichen Fachhändler, bei dem Sie das Nexa®-Lernsystem erworben haben, kontaktieren, um ein Problem zu lösen.

10.4 Entsorgung

10.4.1 Das Nexa®-Lernsystem entsorgen

➔ Die Entsorgung nach den örtlich geltenden Vorschriften vornehmen.

10.4.2 Das produzierte Wasser entsorgen

Das bei der Brennstoffzellen-Reaktion entstehende Wasser kann kontaminiert sein.

➔ Das produzierte Wasser gemäß den örtlich geltenden Vorschriften entsorgen.

Weltweit, außer Nord-, Mittel- und Südamerika

Heliocentris Energiesysteme GmbH
Rudower Chaussee 29
12489 Berlin
Germany

Phone: ++49 (0)30 – 63 92 63 26
Fax: ++49 (0)30 – 63 92 63 29

Nord-, Mittel- und Südamerika

Heliocentris Energy Systems, Inc.
902–610 Granville St.
Vancouver BC
V6C 3T3
Canada

Phone: 604 – 684-3546
Fax: 604 – 648-9406